



# **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación de la herramienta Lean Manufacturing para incrementar la  
productividad, área de moldeo A, en una empresa de chocolates en el  
Callao, 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Industrial

**AUTOR:**  
Flores Araujo, Daniel Alberto (ORCID: 0000-0002-7481-0175)

**ASESOR:**  
Mgs. Martin Saavedra Farfan (ORCID: 0000-0002-6386-2826)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**  
**2019**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mis padres. Isabel Araujo Valle, dueña de una gran fortaleza e inteligencia emocional absoluta, Cesar Flores Munarriz, sinónimo de honestidad y sabiduría. Siempre me apoyaron y motivaron para ser mejor persona día a día. Gracias padres por darme las herramientas para triunfar en la vida.

Que Dios los tenga en su Gloria.

También a mi hijo Leonardo Flores:

**Mi motivación.**

### **Agradecimiento**

Agradecer a mis a padres, hermanos: Cesar Flores, Nathaly Flores y novia: Ximena Ampuero, por su apoyo incondicional. A la Universidad Cesar Vallejo por acogerme, enseñarme y darme la oportunidad de conocer a mis amigos de clases: grandes seres humanos.

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, AREA DE MOLDEO A, EN UNA EMPRESA DE CHOCOLATES EN EL CALLAO, 2019**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Industrial.

Flores Araujo, Daniel Alberto

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Presentación .....	iv
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.1.1. Diagrama de Ishikawa .....	12
1.1.2. Diagrama de Pareto.....	13
1.2 Trabajos previos. ....	24
1.2.1 Antecedentes nacionales. ....	24
1.2.2 Antecedentes internacionales. ....	27
1.3. Teorías relacionadas.....	29
1.3.1 Lean Manufacturing .....	29
1.3.2 Definición.....	29
1.3.3. Despilfarros o Muda.....	31
1.3.3.1. Sobreproducción.....	31
1.3.3.2. Tiempos de espera.....	32
1.3.3.3. Movimientos innecesarios.....	33
1.3.3.4. Sobreproceso.....	34
1.3.3.5. Exceso de inventario. ....	35
1.3.3.6. Defectos.....	36
1.3.4 Kaizen .....	37
1.3.4.1 El ciclo PHRA.....	39
1.3.4.2 Estandarizar los resultados.....	40
1.3.5. 5s.....	40
1.3.5.1 SEIRI (Seleccionar / Separar) .....	41
1.3.5.2 SEITON (Orden).....	41
1.3.5.3 SEISO (Limpieza) .....	42
1.3.5.4 SEIKETSU (Estandarización).....	42
1.3.5.5 SHITSUKE (Disciplina) .....	42
1.3.6 TPM. Mantenimiento Total de la Producción.....	44
1.3.6.1. Desarrollo del TPM.....	45

1.3.6.2. Fase de preparación (pasos 1-5) .....	45
1.3.6.1 Fase de introducción (paso 6).....	47
1.3.6.1.2 Fase de consolidación (paso 12).....	47
1.3.6.1.3 Actividades fundamentales del desarrollo del TPM. ....	47
1.3.6.1.4 Mejoras orientadas. ....	48
1.3.6.1.5. Mantenimiento autónomo. ....	48
1.3.6.1.6. Mantenimiento planificado. ....	49
1.3.6.1.7. Formación y adiestramiento .....	49
1.3.6.1.8. Gestión de nuevos equipos y productos. ....	49
1.3.6.1.9. Mantenimiento de calidad. (QM). ....	50
1.3.6.1.10. TPM en departamentos administrativos y de apoyo. ....	50
1.3.6.1.11. Gestión de seguridad y del entorno. ....	50
1.3.6.1.12. Sostener la implantación del TPM y elevar los niveles. ....	50
1.4.2. Problemas específicos. ....	51
1.5. Justificación. ....	51
1.6. Hipótesis.....	52
1.6.1 Hipótesis General .....	52
1.6.2. Hipótesis Especifica .....	52
1.7. Objetivos. ....	52
1.7.1. Objetivo General .....	52
1.7.2. Objetivos específicos.....	52
II. MÉTODO.....	53
2.1 Diseño de investigación.....	54
2.2. Variable, Operacionalización. ....	56
2.3. Población y muestra. ....	57
2.5 Métodos de análisis y datos. ....	58
2.6 Aspectos éticos.....	58
2.7 Desarrollo de propuesta. ....	58
2.7.1 Situación actual. ....	58
2.7.1.1. Misión, Visión y Valores. ....	60
2.7.1.2. Organigrama de empresa.....	61
2.7.1.3 Descripción del proceso. ....	62
2.7.1.4. Diagrama de flujo de proceso.....	64
2.7.1.5. Diagnóstico de la situación actual.....	65

2.7.2 Propuesta de Mejora.....	68
2.7.2.1 Diagrama de Gantt .....	69
2.7.3. Ejecución de propuesta. ....	70
2.7.3.1 Cubicaje de tanques de línea. ....	70
2.7.3.2. Mejora en Lay Out. ....	71
2.7.3.3. Condiciones básicas de máquina.....	74
2.7.3.3. Análisis Causa Raíz (ACR).....	79
2.7.4 Resultados de implementación. ....	80
2.7.5. Análisis económico financiero. ....	85
2.7.5.1. Análisis costo beneficio VAN y TIR .....	85
2.7.5.1. Análisis costo beneficio VAN y TIR .....	86
III. RESULTADOS .....	88
3.1. Análisis descriptivo.....	89
3.1.1 Análisis descriptivo de la eficiencia.....	89
3.1.2 Análisis Inferencial de la hipótesis general.....	90
3.1.3. Contrastación de hipótesis.....	91
VI. DISCUSIÓN .....	93
V. CONCLUSIONES .....	96
VI. RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS.....	100
ANEXOS.....	104
Anexo 1. Matriz de operacionalización .....	100
Anexo 2. Limpiezas y reparación de equipos TPM. ....	101
Anexo 3. Estándares de proceso .....	103
ANEXO 4 . Juicio de Expertos 1.....	104
ANEXO 5. Juicio de Expertos 2.....	105
ANEXO 6. Juicio de Expertos 3.....	107
ANEXO 7. Lay out mejorado .....	108
ANEXO 8. Diagrama de cascada .....	109
ANEXO 9. Seguimiento de perdidas .....	110
ANEXO 10. Formato de Auditorias 5s.....	111
ANEXO 11. Cronograma auditorias .....	112
ANEXO 12. Check list parámetros.....	113
ANEXO 13. Check list parámetros.....	114
ANEXO 14. Estándar de parámetros.....	115

ANEXO 15. Proforma laser. ....	116
ANEXO 16. Porcentaje de cumplimiento Turnitin. ....	117



## **RESUMEN**

La presente investigación se efectúa en una empresa dedicada a la fabricación de chocolate; el objetivo de esta investigación es incrementar la productividad que se encarga de suministrar productos, servicios hechos a medida para grandes y pequeñas empresas de la industria del chocolate y confitería aplicando la herramienta de Lean Manufacturing, ya que ayudará a desarrollar procesos más ágiles, eficientes y productivos, que puedan lograr mayores niveles de Productividad se desarrollaron equipos de trabajo motivados y preparados para identificar y resolver problemas que sustenten una cultura de Lean al interior de la organización.

Las herramientas que utilizamos son las siguientes: 5s, Kaizen y TPM, estas herramientas nos permitirán alcanzar nuestros objetivos los cuales serán medidos por el indicador GE (Eficiencia Global), este indicador nos dará como resultado el aprovechamiento de recursos que se encuentran en nuestra línea de producción. El Objetivo es alcanzar un GE de 73% a inicios del 2019.

En ese sentido, los resultados que se obtengan en esta investigación serán de gran relevancia, para las empresas de producción de chocolates y, en general, empresas industriales con procesos de producción en los que se detecten anomalías, ya que se obtendrá un mejor producto y sus exigencias serán valoradas por el mercado internacional, clientes y potenciales clientes. Este estudio también será un punto de partida para futuras investigaciones que se sustenten bajo la herramienta de Lean Manufacturing en el Perú, como un modelo para lograr aumentar la productividad y calidad de un producto o servicio y así, en particular, disminuir los costos de los diferentes desperdicios que puedan identificarse, y así mejorar el posicionamiento e imagen de la empresa fortaleciendo su competitividad frente a nuevos competidores. El objetivo principal es evitar el despilfarro y generar valor agregado para el cliente.

Palabras Claves: Lean manufacturing, despilfarro, 5s, kaizen, TPM.

## **ABSTRACT**

The present investigation is carried out in a company dedicated to the manufacture of chocolate; The objective of this research is to increase the productivity that is responsible for supplying products, tailor-made services for large and small companies in the chocolate and confectionery industry by applying the Lean Manufacturing tool, since it will help to develop more agile, efficient and productive, that can achieve higher levels of productivity were developed work teams motivated and prepared to identify and solve problems that sustain a Lean culture within the organization.

The tools we use are the following: 5s, Kaizen and TPM, these tools will allow us to achieve our objectives which will be measured by the GE (Global Efficiency) indicator, this indicator will result in the use of resources that are in our line of production. The objective is to reach a GE of 73% at the beginning of 2019.

In this sense, the results obtained in this research will be of great relevance, for the chocolate production companies and, in general, industrial companies with production processes in which anomalies are detected, since a better product will be obtained and Your requirements will be valued by the international market, customers and potential customers. This study will also be a starting point for future research that is supported by the Lean Manufacturing tool in Peru, as a model to increase the productivity and quality of a product or service and thus, in particular, reduce the costs of different waste that can be identified, and thus improve the positioning and image of the company strengthening its competitiveness against new competitors. The main objective is to avoid wastage and generate added value for the client.

**Keywords:** Lean manufacturing, waste, 5s, kaizen, TPM.

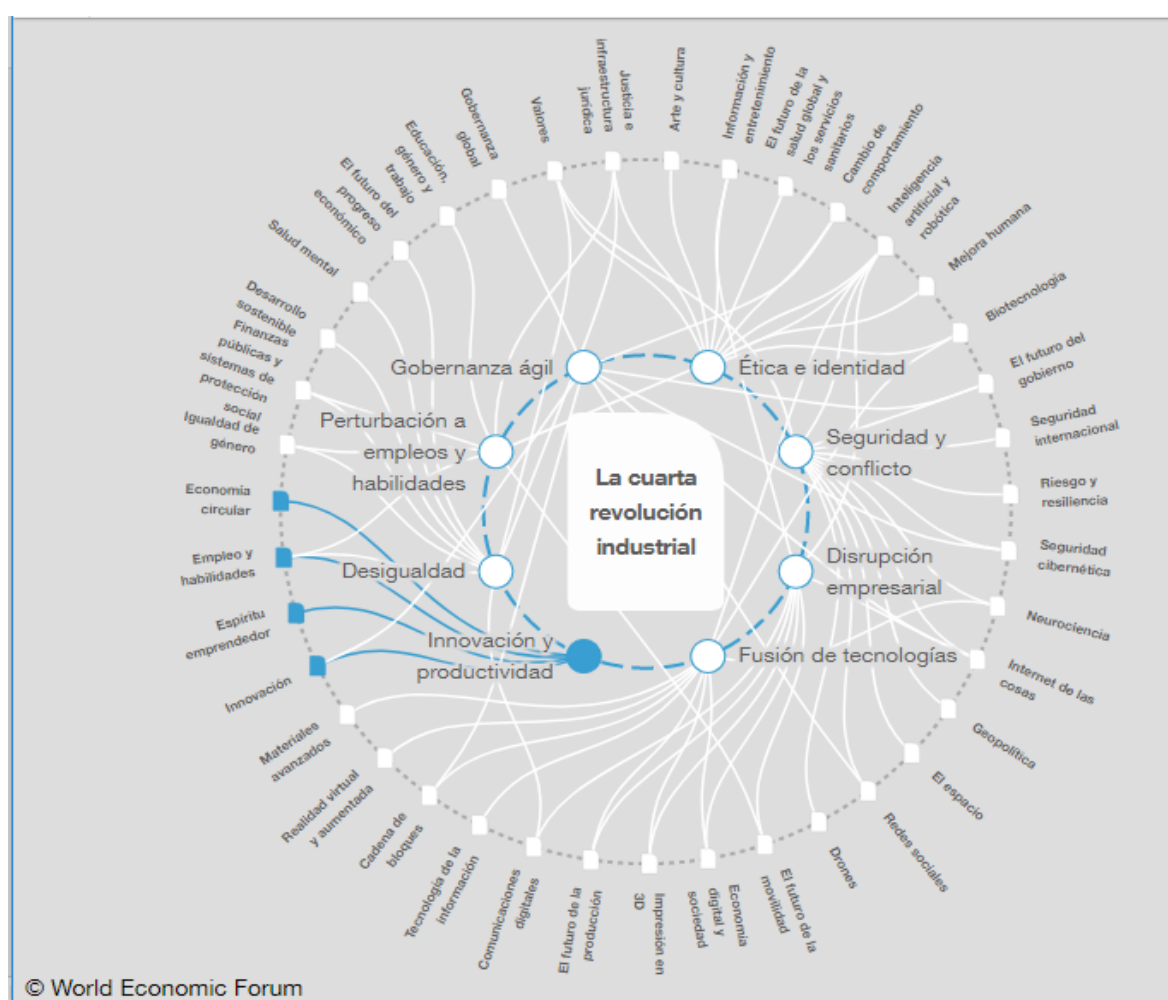
## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

Actualmente nos encontramos en la era de la productividad y en vías de la cuarta revolución industrial, debido a la globalización en la que nos desarrollamos, la competencia tiene nuevas formas de ser más eficientes utilizando herramientas de gestión comprobadas por las potencias industriales.

El Foro Económico Mundial está introduciendo el nuevo índice de competitividad 4.0 como una brújula económica muy necesaria.

Figura 1



Enlaces que conllevan a la Innovación y productividad en la industria 4.0

<https://toplink.weforum.org/knowledge/insight/a1Gb00000001RIhBEAW/explore/dimensi on/a1Gb00000001RIktEAG/summary>

**Figura 2. Competitividad Global 2018**



La competitividad se define como la capacidad de un país para atraer inversiones: Genera valor para el cliente. [...] Para lograr mejorar la productividad en el uso de nuestros recursos debemos ser más competitivos en lo que hagamos (Pino, 2018, “Competitividad y Productividad”, párr. 4)

La salud, la educación y las habilidades de la población son considerados como principales detonadores de la productividad, con las habilidades adecuadas se pueden convertir en impulsores del cambio: invertir en las personas crea los cimientos.

Haciendo una comparación, América latina no tiene un mayor crecimiento debido a su bajo nivel de productividad, esto marca las brechas entre las potencias y nuestros países.

Por otro lado, dirigiéndonos al giro del negocio, los tres países principales productores de cacao en el mundo son **Costa de Marfil**, que produce el 38%, seguida por **Ghana**, con el 19%; e **Indonesia**, con el 13%. Estamos hablando de cacao del tipo Forastero que ocupa un altísimo porcentaje del total de cacao que llega a los mercados internacionales. En nuestro continente, el mayor productor es Brasil, con el 5%; seguido de Ecuador, con 4%; Venezuela produce el 0,6%. En el sureste asiático se reporta que Malasia produce un 1%. Los grandes productores son al mismo tiempo los mayores exportadores de granos de cacao, pero en países como Brasil y Malasia el consumo interno absorbe la mayor cantidad del producto. Resulta una paradoja que un productor marginal como República Dominicana logre exportar más cantidad de cacao que Brasil.

En África occidental destacan como productores Costa de Marfil, Ghana, Camerún, y las islas Sao Tomé y Príncipe. Y al sureste del continente, destaca la isla de Madagascar.

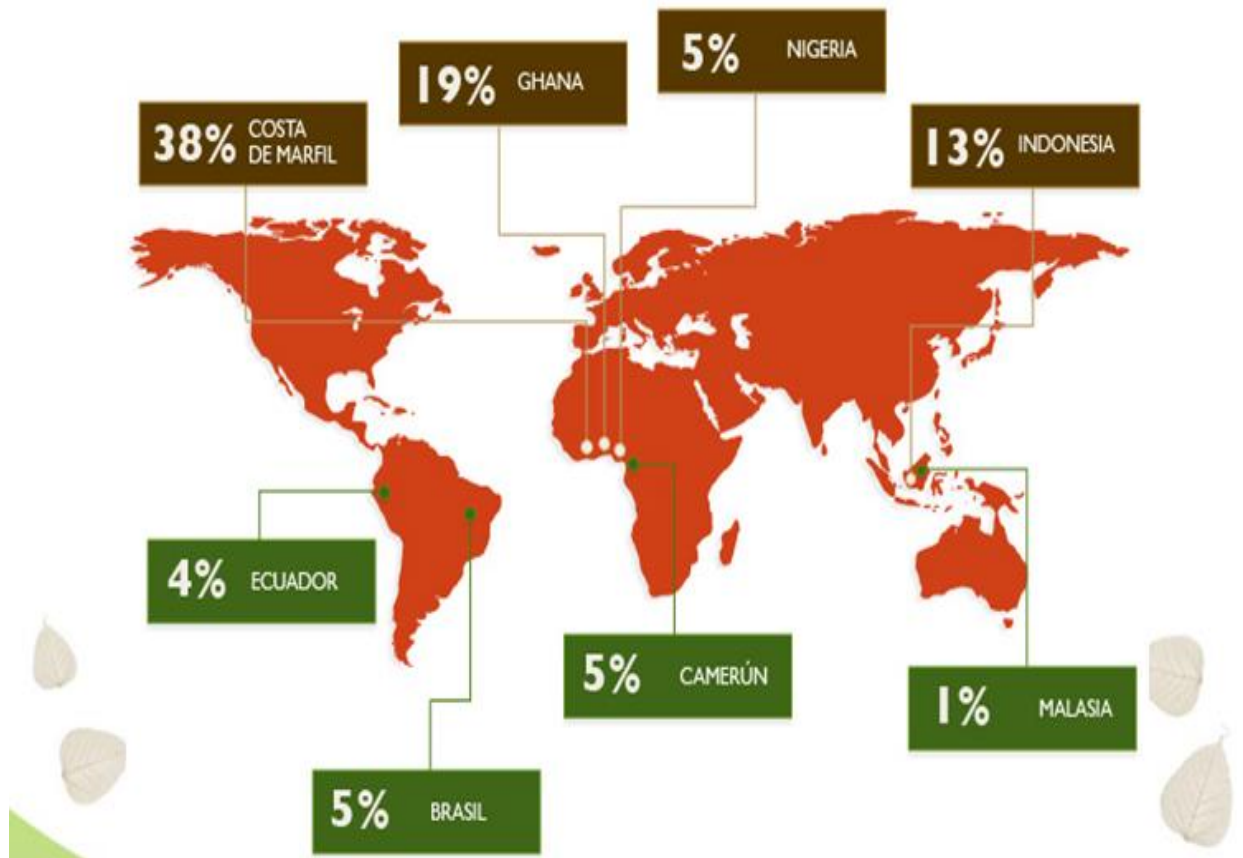
En **Sudamérica** se produce cacao en Brasil, Ecuador, Venezuela, Bolivia y Perú.

En el sureste asiático, en Malasia Indonesia y Sri Lanka. En Oceanía, en Samoa y Papúa Nueva Guinea.

En Centroamérica, también se produce cacao, aunque en menor cantidad, en México, Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, Panamá, Nicaragua. En las islas del Caribe se produce en República Dominicana, Jamaica, Granada y las Antillas.

Figura 3.

## Cacao en el mundo



Cacao en el mundo

El Perú es el segundo país productor de cacao orgánico en el mundo, después de República Dominicana, manifestó el gerente de la Asociación Peruana de Productores de Cacao (Appcacao), Luis Mendoza.

Refirió que el 90 % de la producción peruana de cacao y sus preparaciones se exporta al mundo.

De esta manera, señaló que la exportación peruana de cacao se expandió 12.5 % el año pasado, al llegar a 90,000 toneladas desde unas 80,000 toneladas exportadas en el 2015.

Los principales destinos de este grano son Europa (Bélgica, Alemania, Suiza e Italia), así como Estados Unidos y Canadá, mencionó Mendoza.

“El 52.2 % de la exportación fue de cacao en grano, de los cuales el 20 % contó con la certificación orgánica y comercio justo”, manifestó.

### **Mercado interno de cacao**

En otro momento, resaltó la necesidad de fomentar el consumo interno del cacao y chocolate, destacando los beneficios para la salud y características de este producto bandera, considerado como un superalimento.

“Eventos como el VIII Salón del Cacao y Chocolate 2017 y otros que ya se institucionalizaron buscan posicionar este alimento en el mercado interno”, manifestó.

En lo referente a chocolates indicó que para la industria nacional es un reto revertir las importaciones en este rubro, considerando que nuestro país ofrece una diversificada oferta de cacao con el que se puede elaborar los más exquisitos chocolates, para el mercado interno y externo.

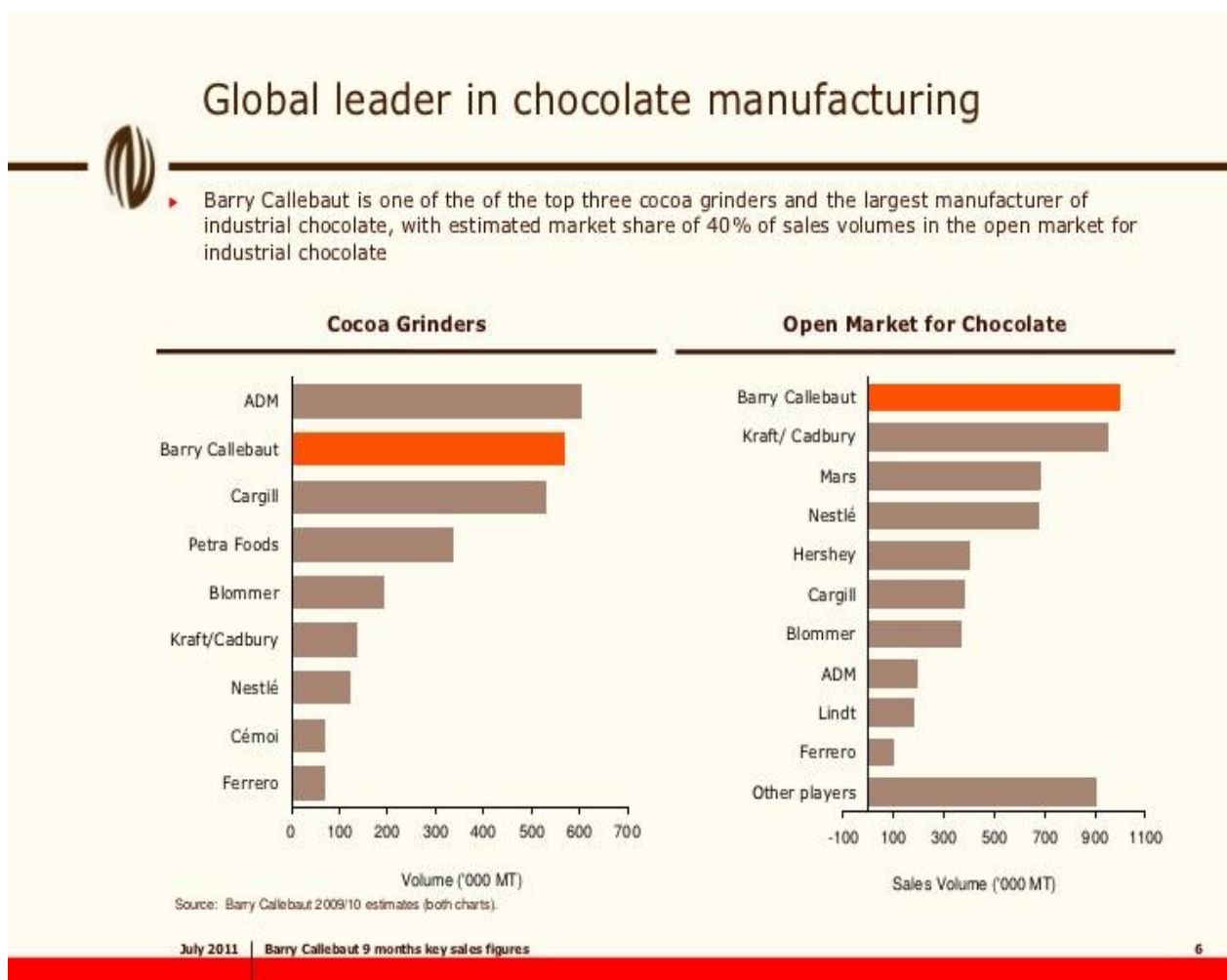
Perú exporta cacao, pero el 70% de los envíos se dirigen a Estados Unidos, y que este tuvo un crecimiento de 18% al sumar US\$ 5.92 millones.

Le siguen Canadá (US\$ 1.60 millones), que creció 49% y Chile 114% (US\$ 239 mil).

Las compañías peruanas que lideraron durante ese periodo y se posicionan cada vez más a nivel internacional por sus envíos de chocolate en distintas presentaciones, son **Machu Picchu Foods**, Cooperativa Agraria Industrial Naranjill, Industrias Alimenticias Cusco e Importadora y Exportadora Doña Isabel.



Figura 4



En la imagen se muestra el market share a nivel mundial de empresas de chocolate.

# Análisis General del Mercado

## Mercado potencial

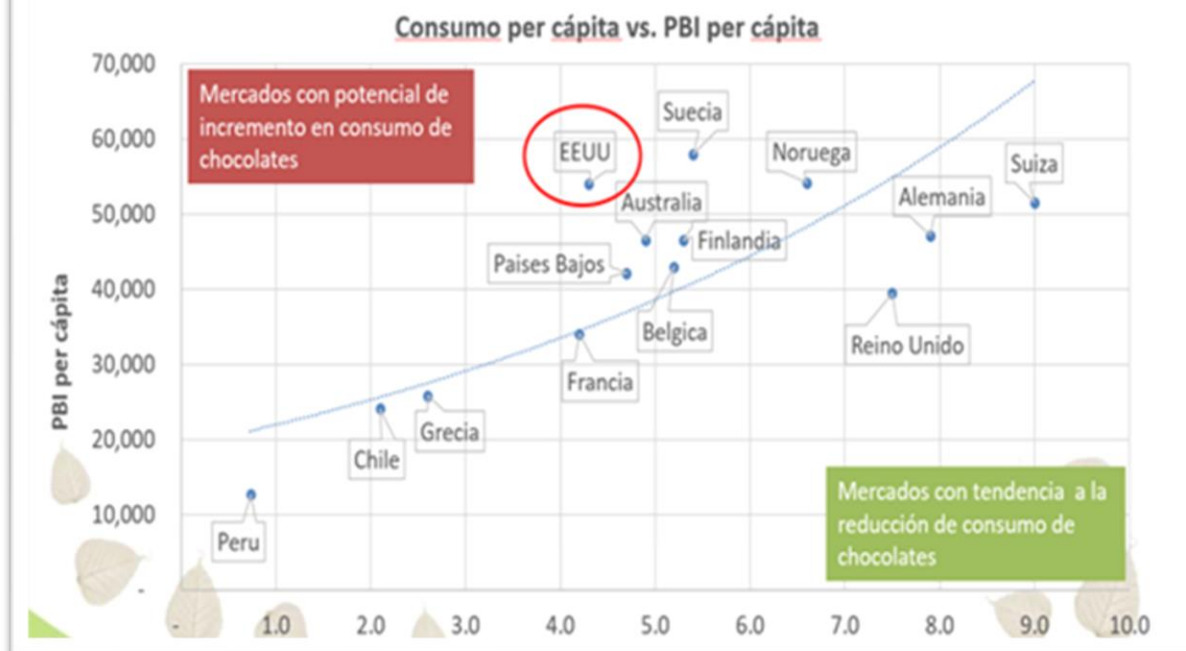


Figura 5

Elaboración Propia.

**Población: 316 millones de personas**

- **PBI per cápita: US\$ 54,111**
- **Consumo país: 1,358,873 kg de chocolate al año**
- **Consumo per cápita: 4.3kg de chocolate al año.**
- **Cuenta con potencial de incrementar el consumo tanto de chocolate convencional como orgánico.**

Según el diario Gestión, Se gastan 18 mil millones de dólares en chocolate Durante la Pascua, es la segunda actividad. La primera es Navidad mientras que la tercera es San Valentín.

**Figura 6**

<http://www.mpf.com.pe/>

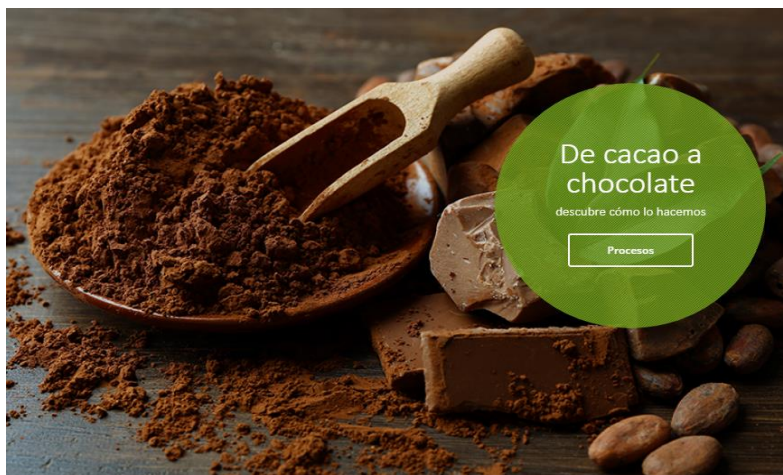


Figura 7

## Un producto de nivel mundial

Exportamos el chocolate peruano al mundo



Figura 8





## RANKING DE EMPRESAS EXPORTADORAS PERUANAS

AÑO: 2014  
2015

---

MESES: ENERO - DICIEMBRE

---

SECTOR: CACAO

CUADRO: N° 2

ELABORADO POR: LESLIE PEREZ CONCHA

GERENCIA DE AGROEXPORTACIONES

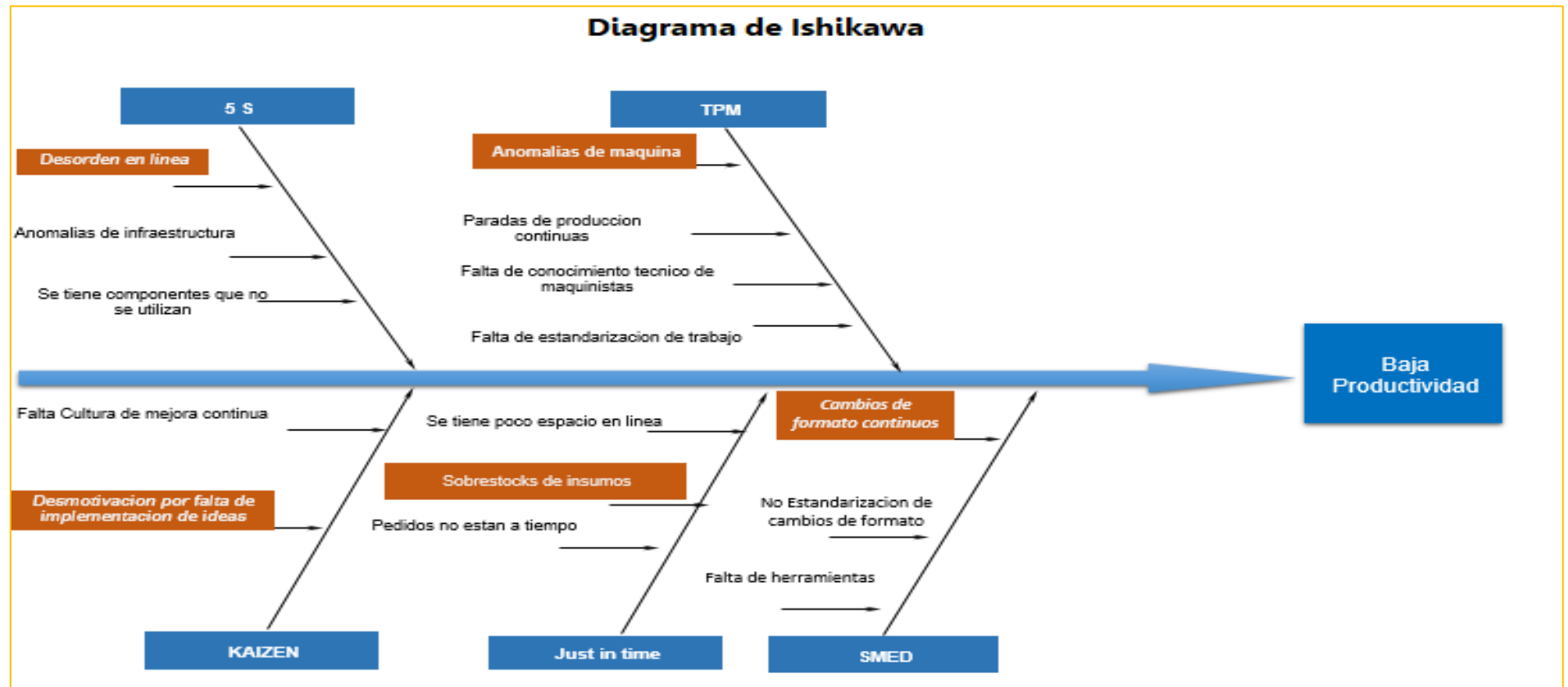
FUENTE: ADEX DATA TRADE

N°	RUC	EMPRESA	PESO NETO (KG.)		US\$ FOB		VARIACIÓN US\$ FOB 2015/2014	PARTICIPACIÓN 2015
			2014	2015	2014	2015		
TOTALES			64,273,585	74,363,651	232,264,513	266,491,369	15%	121%
1	20500985322	MACHU PICCHU FOODS S.A.C.	14,377,946	15,780,312	60,323,336	66,186,947	10%	25%
2	20522061035	EXPORTADORA ROMEX S.A.	7,539,835	9,633,497	23,924,451	31,693,748	32%	12%
3	20535645346	SUMAQAO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	6,143,604	10,111,906	18,835,824	31,386,031	67%	12%
4	20521137682	AMAZONAS TRADING PERU S.A.C.	8,216,243	9,363,269	25,675,146	29,360,793	14%	11%
5	20473159644	CAFETALERA AMAZONICAS S.A.C. (E.COM)	1,151,104	8,537,684	3,536,442	26,948,275	662%	10%
LAS DEMÁS			26,844,853.565	20,936,983.858	99,969,314.160	80,915,574.950	-19%	30%

En el año 2015 se menciona como primer exportador de cacao a la empresa peruana Machu Picchu Foods S.AC, la empresa participa en diferentes ferias nacionales e internacionales de esa forma capta nuevos clientes. Tiene 2 plantas de producción, una en el Callao y otra en Pisco.

### 1.1.1. Diagrama de Ishikawa

Figura 9

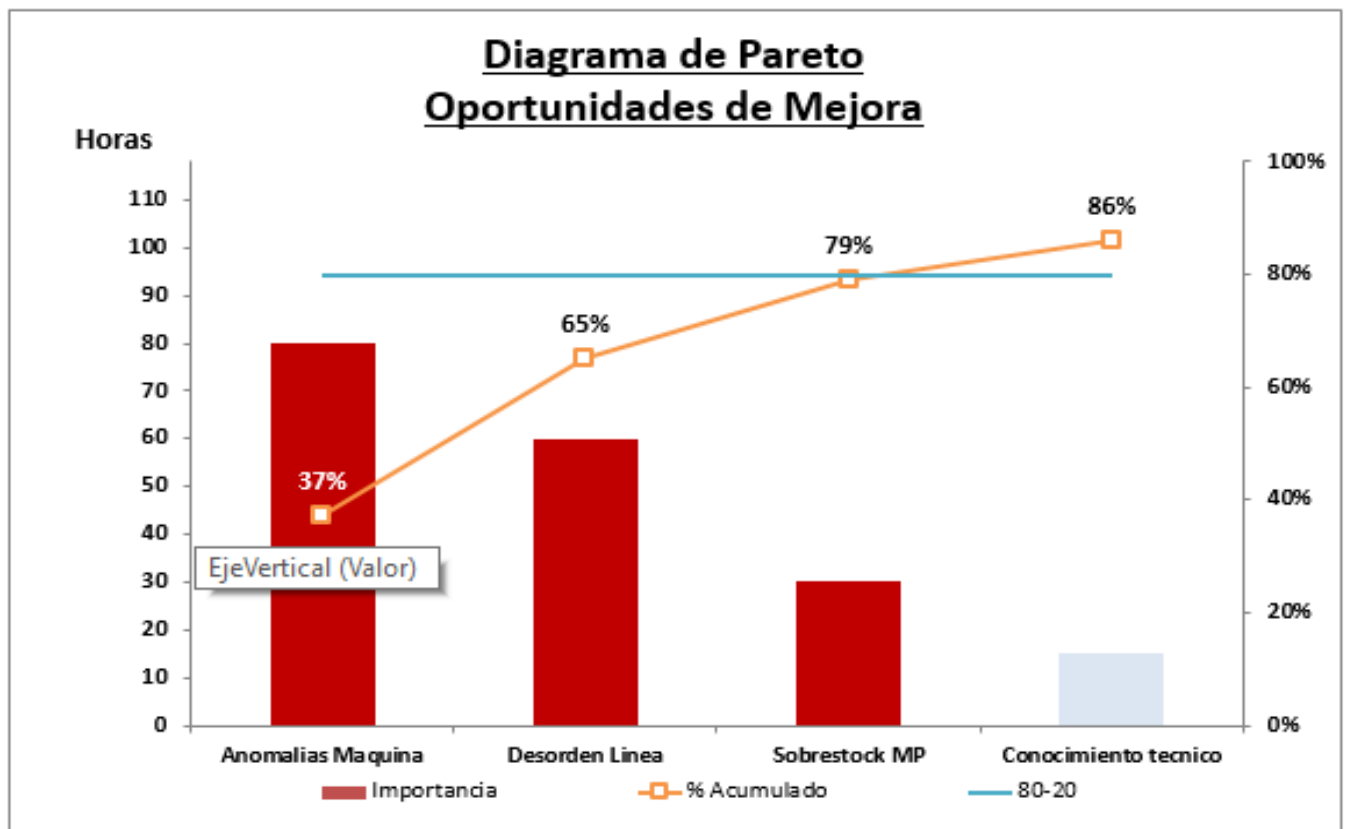


Elaboración Propia

### 1.1.2. Diagrama de Pareto

Figura 10.

Análisis de Causas				
Causas	Importancia	Frecuencia acumulada	% Acumulado	80-20
Anomalías Maquina	80	80	37%	80%
Desorden Linea	60	140	65%	80%
Sobrestock MP	30	170	79%	80%
Conocimiento tecnico	15	185	86%	80%
Anomalías Infraestructura	10	195	91%	80%
CF continuos	10	205	95%	80%
Falta interes	5	210	98%	80%
Componentes sobrantes	5	215	100%	80%



Se hace una evaluación del consolidado del motivo de paradas de la línea de Moldeo A y se llega a la conclusión que tiene un gran peso en la toma de decisiones en el Pareto.

Nota: Consolidado 2018.

(semana 1 hasta semana 30).

**Figura 11.** Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de Tiempo (hr)
<b>2018</b>	<b>2405.11</b>
P.401_Fallas de equipo	759.33
P.405_Bajas de velocidad	499.58
P.304_Inicio y fin de producción	408.67
P.402_Pérdidas operacionales	374.50
P.404_Falta de Gestión administrativa	116.58
P.307_Paros programados	89.92
P.306_Pruebas	60.92
P.303_Mantenimiento Planeado	51.83
P.406_Horas perdidas por defectos	37.78
P.403_Falta de Materiales	6.00
<b>Total general</b>	<b>2405.11</b>



Para determinar los pesos se gestionó una reunión con el jefe de planta y especialistas en la dirección de planta. (área de producción).

Se tocarán las causas más resaltantes en el diagrama de Pareto (anomalías de máquina, desorden de línea). Las anomalías de máquina van de la mano con la figura 10.

Como punto de partida se debe de tener una base, en nuestra aplicación se tendrá como bases a las 5s y kaizen para poder iniciar con nuestras herramientas de lean Manufacturing

## **1.2 Trabajos previos.**

### **1.2.1 Antecedentes nacionales.**

Las empresas que utilizan Lean Manufacturing en el Perú, son las más reconocidas del mercado como: Kimberly Clark, Grupo Gloria, Ajeper, Lindley, Alicorp y Nestle.

A continuación, se presentarán los siguientes casos donde se estudió el método de lean manufacturing.

COLLANTES, Tatiana. Análisis y propuesta de mejora en el proceso de lavado y teñido de prendas de vestir aplicando herramientas de lean manufacturing e investigación de operaciones. Lima: Universidad Católica del Perú , Lima, 2018. Desarrollo el estudio en una pyme del sector textil, dedicado a los procesos de acabado de prendas de vestir. El estudio tuvo como objetivo optimizar los procesos de producción y los recursos de la línea de lavado mediante la elaboración de análisis y diagnóstico de la situación y desarrollo de oportunidades. Con la información se identificó los desperdicios de los procesos productivos, mayor alcance: inventarios en procesamiento y reprocesos. Se atacó el reproceso, tiempos muertos y prendas falladas. Finalmente, la evaluación económica como resultado se tuvo un VAN de S/. 82,536.44 y un TIR de 38.98%.

CASTRO, Jesús. Propuesta de implementación de la metodología Lean manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado PET de la empresa AJEPER S.A. Trujillo, 2016: Universidad Nacional de Trujillo. El objetivo es analizar la situación actual de la empresa para proponer el uso de herramientas para mejorar la competitividad. Se realizó una revisión de los indicadores base OEE y el mapeo de flujo de valor, las herramientas que se utilizaran son SMED y mantenimiento autónomo. Se espera incrementar el OEE de 63.1 % a 70.09% luego de la propuesta. Asimismo, en términos monetarios conllevará a una inversión de S/. 338 393.20 se espera generar un ahorro de S/. 224 680 anuales.

BALUIS, Carlos. Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Lima, 2013, se explican las principales herramientas del Lean Manufacturing, se realizan los análisis los tiempos de ciclo y la identificación de los desperdicios en todo el proceso productivo. Luego se realiza un diagnóstico se utiliza el Value Stream Mapping (VSM). Entre los principales problemas que se encontraron fueron los siguientes: Desbalance de carga de trabajos, problemas de sobreinventarios y problemas con tiempo de setup. Se propone implementar: Balance de línea, Kanban y SMED. Finalmente, se evalúa la viabilidad se justifica con un VAN positivo y un TIR por encima del 20% (rentabilidad mínima esperada por una empresa).

MEJÍA, Samir. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confección de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Lima: Universidad Católica del Perú, Lima, 2013. Tuvo como objetivo general desarrollar el análisis y la propuesta de mejora del área de confecciones de la empresa en estudio por medio de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta. Desarrolló una metodología basada en el análisis, el diagnóstico y las propuestas de mejorar para lograr mejores indicadores de eficiencia. Llega a la conclusión de que la implementación de las herramientas de manufactura esbelta es factible de realizar en la línea de algodón del área de confecciones para la familia de productos m003, m012 y m016 con un VAN FCE de s. / 4 543.62 >0 y una TIR FCE de 36%.> COK. Recomienda documentar

cada uno de los pasos realizados y realizar retroalimentación al personal del proyecto y a los líderes de la planta para monitorear el avance del proyecto y advertir de cualquier desviación que se presente durante la implementación. Además, sugiere realizar auditorías internas y externas posteriores a la implementación del proyecto, con el fin de mantener un estado óptimo.

### **1.2.2 Antecedentes internacionales.**

AGUIRRE, Alejandro. Análisis de las herramientas Lean manufacturing para la eliminación de desperdicios en las pymes. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Medellín 2014. La teoría de Lean Manufacturing se encuentra presente en las estrategias organizacionales como metodología para la solución de los problemas. Se utilizarán tres herramientas TOC, Andon y TPM, por medio de la simulación SIMUL 8 y el diseño de un plan experimental. Se buscará la eliminación de desperdicios como objetivo principal el incremento de la productividad .

INFANTE, Elmer y ERAZO, David. Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean manufacturing. Cali: Universidad de San Buenaventura, 2013. Tuvo como objetivo general: realizar una propuesta para el mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores de la empresa Agatex S.A. utilizando herramientas de lean manufacturing. La metodología utilizada tipo de estudio es cuantitativo ya que buscaba cuantificar y medir la productividad diaria de la empresa y determinar cómo se puede aumentar dicha producción a través de las herramientas de lean variable de estudio fue la productividad de la línea de camisetas interiores de la empresa Agatex S.A. medida en unidades por día como primera etapa se recolecionó toda la información y teorías pertinentes sobre la filosofía lean y sus herramientas sobre casos aplicativos en el sector textil-confecciones en Colombia. Segunda etapa levantamiento de información general de la empresa como procesos, estructura organizacional, tipos de productos, clientes que atiende, entre otros. Tercera etapa diagnostico profundo sobre el proceso de producción de la línea de camisetas interiores para identificar desperdicios a ser atacados. Cuarta etapa determinar las herramientas lean más pertinentes para implementar dentro del proceso objetivo para eliminar los desperdicios. Quinta etapa plantear propuestas de mejora por medio de las herramientas lean para la eliminación de los desperdicios identificados. Conclusiones la aplicación de herramientas lean manufacturing son vitales para la mejora de las operaciones de las PYMES, especialmente el sector manufacturero, ya que contribuye al mejoramiento de los procesos eliminando las actividades que no generan valor trayendo como consecuencia mayor satisfacción al cliente e incluso ahorros financieros sin realizar grandes inversiones. Cuando se genera una perspectiva general del proceso de producción se logra

identificar infinidad de oportunidades para el mejoramiento. Cambiar la distribución de los módulos genera una mayor eficiencia en el flujo de materiales, ayuda al mejoramiento del ambiente de trabajo y además permite una operación más rentable de 27 forma más correcta se podría señalar que lo que puede llegar a conseguir Agatex S.A. es una disminución considerable en la congestión de productos que se encuentran en proceso, se puede llegar a suprimir áreas ocupadas innecesariamente, reducir el lead time y aumentar la calidad de las camisetas, además adquirir una mayor y mejor utilización de los recursos objetivos fundamentales de la filosofía lean. Con la implementación de las herramientas con que cuenta la filosofía lean manufacturing, Agatex SA puede ponerse al nivel competitivo de empresas que cuentan con una mayor capacidad de producción, logrando de esta manera poder atender una mayor demanda y recibiendo más utilidad por su operación.

### 1.3. Teorías relacionadas.

#### 1.3.1 Lean Manufacturing

La herramienta Lean manufacturing tiene como base mejorar la productividad, combatiendo el desperdicio generando valor a los clientes: Ser productivos es el inicio para lograr una competitividad de clase mundial.

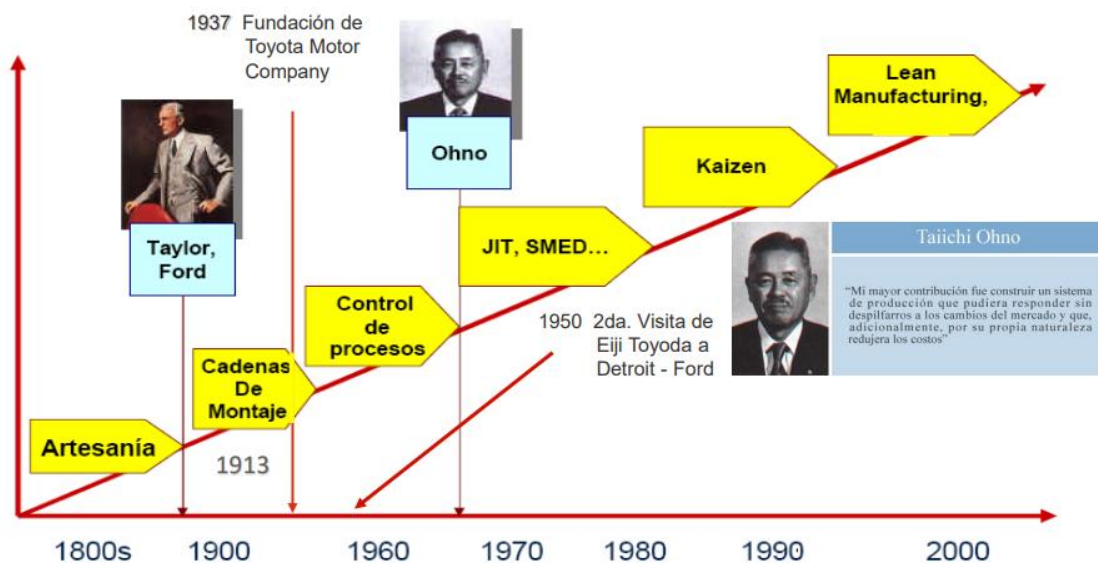
#### 1.3.2 Definición.

El Lean Manufacturing o producción ajustada es un conjunto de principios y herramientas de gestión de la producción que tiene como objetivo la eliminación del desperdicio, en otras palabras: las actividades que no generan valor.

Figura 12

## Historia y Antecedentes de la Manufactura “Lean”

Evolución Histórica del concepto “Lean”

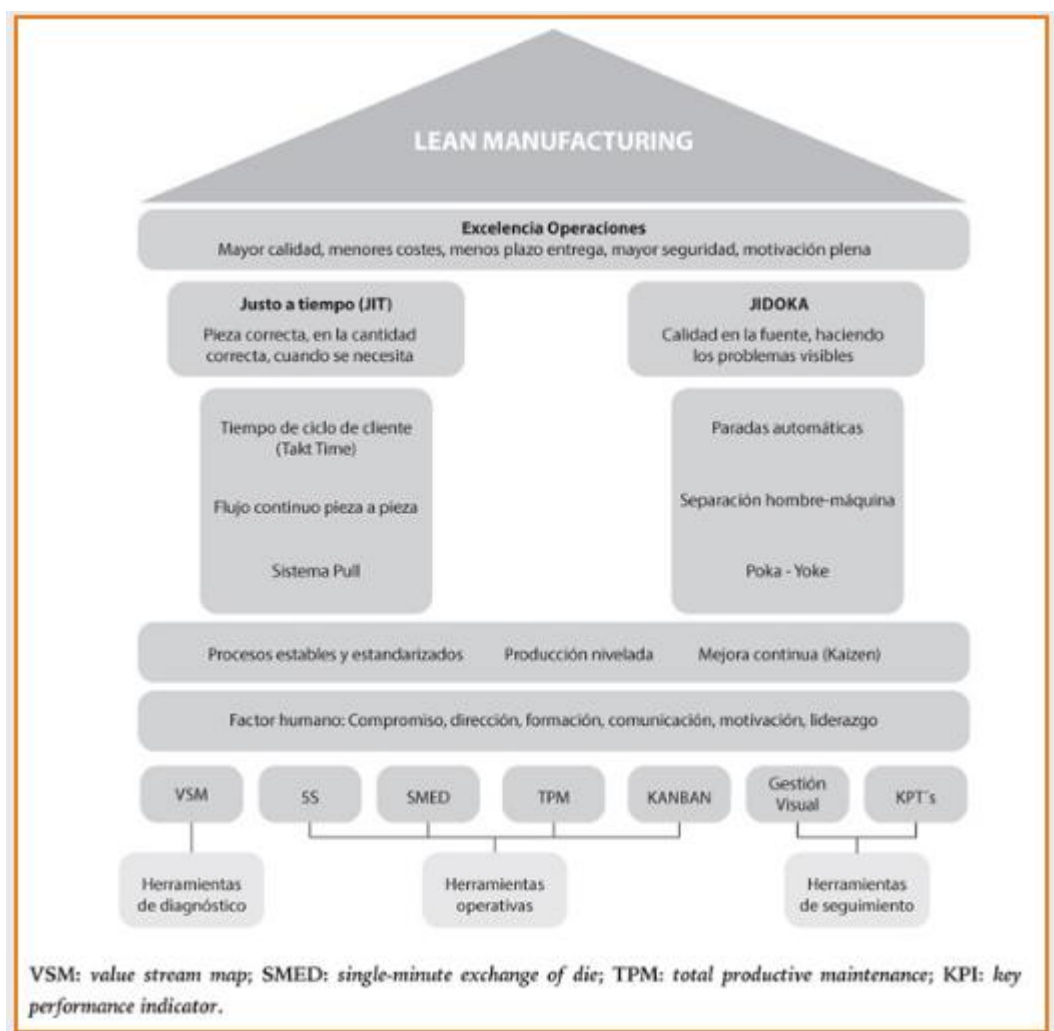


En principio, esta filosofía inicio luego del caos de la Segunda Guerra Mundial, donde Japón y Alemania sufrían los resultados de la posguerra. En 1980 Toyota Motor Corporation tenía un modelo de sistema productivo: competitivo, eficiente y productivo.

El punto de partida de la producción ajustada es la producción en masa. Durante la primera mitad del siglo XX se concentró en los sectores de producción en masa, que encontró en fordismo y taylorismo su máxima expresión, actualmente no es utilizado. (Rajadell y Sanchez,2010, p.2)

Por otro lado, en la década de 1990, se publicó el libro Machine that changed the world. En esta obra, se presentan las bases de la filosofía lean específicamente orientada a la producción, por ello, este concepto inicialmente desarrollado por Womack es fundamental para el desarrollo de proyectos bajo esta denominación.

**Figura 13**





El principio fundamental de lean manufacturing el servicio y/o atributos deben de ajustarse a lo que el cliente quiere y para satisfacer estas condiciones elimina despilfarros.

“Las empresas manufactureras pueden incrementar su competitividad, mediante la innovación y/o mejora continua”. “Las técnicas de lean manufacturing proporcionan pequeñas y frecuentes porque agrupa herramientas que lo hace posible”. (Rajadell y Sanchez,2010, p.6)

### **1.3.3. Despilfarros o Muda.**

Según Toyota el despilfarro es: “Todo lo que no sea la cantidad mínima del equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo que son totalmente esenciales para agregar valor al producto”.

Existen siete tipos de despilfarros:

#### **1.3.3.1. Sobreproducción.**

Este despilfarro es del resultado de producir más cantidad de la requerida o de invertir y diseñar equipos con más capacidad de la necesaria. Este despilfarro es fatal porque no motiva a la mejora, da la impresión de que todo funciona correctamente.

Producir en exceso es hacer un producto que no se necesita, representa un consumo inútil de material, incremento de transporte y sobrestock innecesario.

#### **Características:**

- Gran cantidad de stock.
- Equipos sobredimensionados.
- Flujo de producción no balanceada.
- Presión sobre la producción para aumentar la utilización.
- No hay prisa para atacar los problemas de calidad
- Tamaño grande de lote de fabricación.
- Excesivo material obsoleto.
- Necesidad de espacio extra para embalaje.

### **Causas.**

- Procesos no capaces
- Falta de aplicación de automatización
- Tiempos de cambio y preparación largos.
- Procesos poco fiables.
- Programación inestable
- Respuesta a previsiones no a la demanda.
- Falta de comunicación.

### **Soluciones.**

- Flujo de pieza a pieza
- Implementación del sistema pull (Kanban)
- Cambios d formato agiles (SMED)
- Reducción de horas de trabajo operarios
- Revolución de concepto de inventario.
- Estandarizar operaciones para cuidar el balance de línea

#### **1.3.3.2. Tiempos de espera**

Este despilfarro se debe a una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo.

### **Características.**

- El operario espera que la maquina termine
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.
- Un operario espera a otro operario.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas.
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.

- Tiempo para ejecutar reprocesos.

### **Causas**

- Métodos de trabajo poco consistentes.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de proceso.
- Desequilibrios de capacidad.
- Producción en grandes lotes.
- Pobre coordinación entre operarios y maquinas.
- Tiempos en preparación de máquinas, cambios de formato deficientes.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Falta de materiales.

### **Soluciones.**

- Balance de línea
- Layout específico de producto (células en U)
- Poka yoke (sistemas de procesos a prueba de errores)
- Automatización con un toque humano (Jidoka)
- Utilización de la herramienta SMED.
- Adiestramiento polivalente de operarios.
- Mejorar la manutención de la línea de acuerdo con la secuencia del montaje.

#### **1.3.3.3. Movimientos innecesarios.**

Es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario, debemos de considerar el layout mal diseñado. Los materiales deberían fluir de un proceso a otro, las máquinas y las líneas de producción deberían de estar lo más cerca posible. Debemos de considerar cuanto menos se mueva un material hay menor probabilidad que los materiales se dañen.

### **Características.**

- Exceso de operaciones que no generan valor.

### **Causas.**

- Lay out mal diseñado.
- Tiempos de cambio de formato muy largos
- Falta de estandarización procesos.
- Exceso de inventario.
- Pobre eficiencia de operarios y máquinas.

### **Soluciones.**

- Mejoramiento del layout .
- Mejorar el balance de producción que se trabaje en línea de esa forma se evitara retrabajos.
- Trabajadores polivalentes (multifuncionales).

#### **1.3.3.4. Sobreproceso.**

Es el resultado de poner más valor en el producto que el cliente está dispuesto a pagar, debemos de evitar someter el producto a procesos inútiles.

### **Características:**

- Diseño de maquina ineficiente.
- Capacidad calculada incorrectamente.
- Procesos burocráticos inútiles.
- Falta de especificaciones y ejemplos claros de trabajo.

### **Causas:**

- Cambios de ingeniería sin cambios de proceso.
- Procedimientos y políticas no efectivas.
- Falta de comunicación entre clientes.

**Soluciones:**

- Trabajar en un proceso con flujo continuo
- Emplear la automatización humana.
- Plena implementación de la estandarización de procesos.

**1.3.3.5. Exceso de inventario.**

Los sobrestocks son el despilfarro más claro que trae problemas crónicos. Los sobre stock son un indicador de fábricas que están enfermas debido al no cuidado de sus recursos.

Considerar: los stocks, necesitan vigilancia, mantenimiento, contabilidad, gestión.

**Características:**

- Excesivos días con producto con el producto acabado o semielaborado.
- Baja rotación de existencias.
- Excesivo equipo de manipulación. (carretillas elevadoras)
- Excesivo espacio de almacén.

**Causas:**

- Proceso con poca capacidad.
- Cuellos de botella no identificados.
- Tiempos de cambio de máquina.
- Evitar retrabajos.
- Problemas e ineficiencias ocultas.

#### **1.3.3.6. Defectos**

El despilfarro derivado de los defectos es el más común y el que tiene más incidencia en la productividad. Los procesos productivos deben estar diseñados a prueba de errores, eliminar los retrabajos o de inspecciones adicionales.

#### **Características:**

- Pérdida de tiempo.
- Mala planificación.
- Calidad cuestionable.
- Flujo de proceso complejo.
- Retrabajos e inspecciones adicionales.
- Maquinaria poco fiable.
- Baja moral de los operarios.

#### **Causas:**

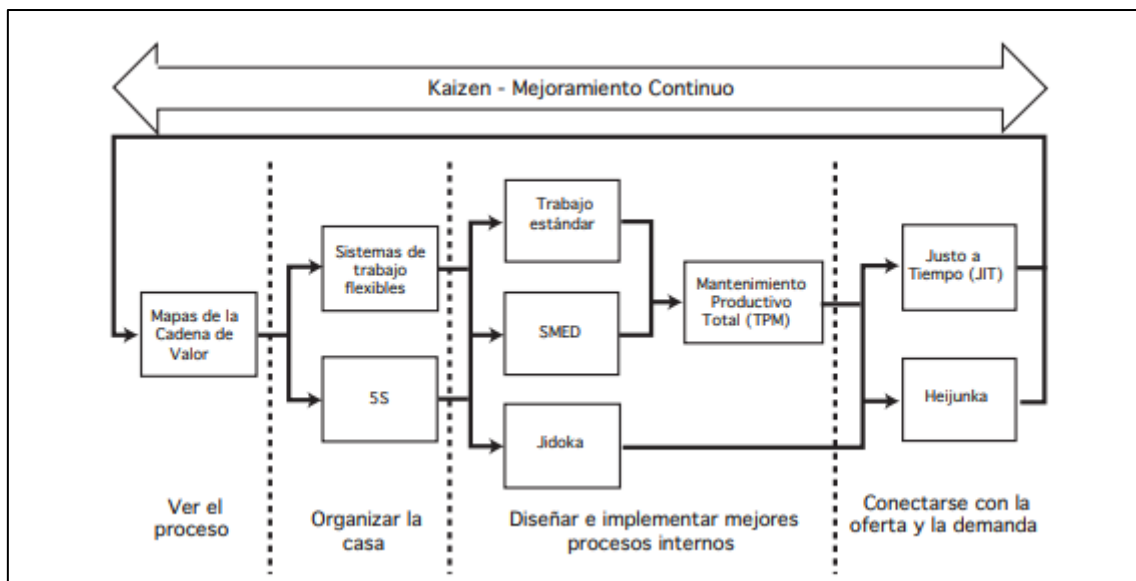
- Disposición de maquinaria.
- Errores de los operarios.
- Entrenamiento y/o experiencia del operario inadecuado.
- Herramientas inadecuadas.
- Proceso productivo deficiente.

#### **Solución:**

- **Jidoka.** Automatización con toque humano.
- Definir estándares.
- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma ( andon)

- Poka yoke (a prueba de errores).
- Incremento de la fiabilidad de las maquinas: implantación de un sistema de mantenimiento productivo.
- Asegurar la calidad en cada actividad.
- Producción en flujo continuo para eliminar manipulaciones.
- Implementación de estándares (maquinas, operaciones, control, gestión, compras).
- Establecimiento de control visual empleando herramientas tales como Kanban, 5s y andon.

**Figura 14**



### 1.3.4 Kaizen

Kaizen significa mejoramiento progresivo o continuo. La filosofía de Kaizen viene desde nuestro estilo de vida de como afrontamos las cosas, merece ser mejorada de manera constante. La estrategia Kaizen: No debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento en algún lugar de la compañía.

Cuando se crea un estándar, debe de existir una disciplina. Si los colaboradores son incapaces de seguir un estándar entonces necesitan capacitación o revisar el estándar.

El trabajo de un colaborador se mide en base a los estándares sean explícitos o implícitos.

El mantenimiento, es mantener estándares mediante entrenamiento y disciplina. El mejoramiento va ligado al mejoramiento de estándares.

El mejoramiento puede dividirse en Kaizen e innovación. Kaizen, significa mejoras pequeñas salir del statu quo como resultado de los esfuerzos progresivos.

Para Masaki Imai (2015) “El punto de partida para el mejoramiento es reconocer la necesidad”. “Esto viene del reconocimiento de un problema”. “Si no se reconoce ningún problema, tampoco se reconoce la necesidad de mejoramiento” (p. 45).

Una vez encontrados los problemas estos deben de resolverse, Kaizen también es resolución de problemas, para consolidar el nuevo nivel, el mejoramiento debe estandarizarse.

**Figura 15. Diferencias entre Innovación y Kaizen.**

INNOVACION	KAIZEN
Creatividad	Adaptabilidad
Individualismo	Trabajo en equipo (enfoque de sistemas)
Orientada al especialista	Orientada al generalista
Atencion a los grandes vacios	Atencion a los detalles
Orientada a la tecnologia	Orientada a las personas
Informacion: Cerrada, patentada	Informacion: Abierta, compartida
Orientacion funcional (especialista)	Orientacion funcional transversal
Busca nueva tecnologia	Se basa en la tecnologia existente
Linea + personal	Organización funcional transversal
Retroalimentacion limitada	retroalimentacion amplia

**Elaboración propia.**



El kaizen va de la mano con la calidad, hablar de “calidad” se entiende como referencia a un producto, sin embargo, se concentra en las personas, para poder hacer productos de calidad se debe trabajar en el equipo. Una compañía capaz de crear calidad en su personal ya está a medio camino de producir artículos de calidad. **El control de la calidad trata sobre la calidad de las personas.**

Construir la calidad en las personas significa concientizarlas en el uso del Kaizen. Luego se le debe entrenar en el uso de herramientas para la resolución de problemas, análisis causa raíz (ACR), a fin de que puedan tratar aquellos identificados. Una vez que se ha resuelto un problema, los resultados deben estandarizarse para evitar recurrencias, el objetivo es disciplinarse. La única forma es mediante el entrenamiento y el liderazgo firme.

La calidad es primero, no las utilidades. Si se cuida la calidad, las utilidades crecerán.

El uso de la herramienta de los 5 porqués es muy importante, identificar las causas para llegar al origen del problema es la solución para resolverlos.

Para Ishikawa “el siguiente proceso es el cliente”, esta frase nos permite mejorar nuestros procesos y ser sinceros al momento de aceptar problemas en el mismo puesto de trabajo. La premisa es asegurar la calidad del cliente interno de esta forma cerramos el círculo de calidad.

#### **1.3.4.1 El ciclo PHRA.**

Se debe de recorrer 4 etapas para dar un excelente servicio al cliente, los japoneses mejoraron la rueda de Deming y la convirtieron en el ciclo PHRA.

Este ciclo tiene una serie de actividades para el mejoramiento.

Sus pasos son: Estudio de la situación actual (reunión de datos) Planificar, Hacer, Revisar y Actuar.

#### **1.3.4.2 Estandarizar los resultados.**

No hay mejora continua si es que no existe estándares. El punto de partida es conocer donde nos encontramos. Debe existir un estándar de medición para todo trabajador, toda máquina y todo proceso. Solo existen los estándares para ser superados por estándares mejores, cada estándar debe ser continuamente revisado y mejorado.

Kenzo Sasaoka define la estandarización “como una forma de difundir los beneficios del mejoramiento por toda la organización”.

El objetivo es establecer los estándares y luego introducir la disciplina para que estos se cumplan.

#### **1.3.5. 5s**

Las 5s es una cultura empresarial que nació en Japón como un recopilado de hábitos. La empresa Toyota las dio a conocer y la estandarización es su objetivo.

Los hábitos son lo que somos.

#### **Beneficios:**

- Genera una cultura de creatividad.
- Genera una cultura de lealtad.
- Genera ambientes y culturas más seguras.
- Genera un espiral de mejora continua.
- Genera un mejor clima laboral, motivando al trabajo en equipo.

Los problemas que se resuelven son los siguientes: evita pérdida de tiempo en buscar herramientas, Falta de espacio, despliegue en movimientos, cuidado de equipos al mantenerlos limpios.

#### **1.3.5.1 SEIRI (Seleccionar / Separar)**

Separar o eliminar del puesto de trabajo todos los materiales innecesarios, solo conservando los que son necesarios.

- Separar todo lo que es útil de lo que no lo es. Quitarnos la idea de que ese material lo utilizaremos en algún momento.
- No acumular. El mal habito de acumular a la larga hace que nuestro espacio de trabajo se ensucie.
- No tener cosas en exceso. Al tener en exceso el material se da un mal uso de estos.

#### **Recuerda:**

Objetos necesarios: Ordenarlos

Objetos dañados: Repararlos - Seleccionar - Ordenarlos

Objetos obsoletos: Separarlos.

Objetos innecesarios: Separarlos.

#### **1.3.5.2 SEITON (Orden).**

Establece la manera en que los materiales deben de ubicarse y ordenarse. Esta operación debe de incluir la rotulación de los espacios de esta forma se lograra que el colaborador pueda ubicar rápidamente las zonas asignadas para cada material.

- Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
- Un lugar con su etiqueta y cada etiqueta con su lugar.
- La ubicación se da por la frecuencia de uso.

### 1.3.5.3 SEISO (Limpieza)

Identificar y eliminar las fuentes de suciedad.

- **Inspección detallada.** En la limpieza se debe de aprovechar para detectar anomalías del equipo e infraestructura de esta forma se ataca estos problemas para evitar que crezcan con el tiempo y se transforme en un despilfarro.
- **Conservación.** Al limpiar los equipos estamos dándoles mas tiempo de vida útil. Reduce fallas de equipo.
- Elimina o reduce accidentes.
- Elimina fuentes de suciedad.
- Genera un buen ambiente de trabajo.

### 1.3.5.4 SEIKETSU (Estandarización)

Según (Rodríguez Cardoza, 2010) lo define como crear un estado óptimo de las tres primeras “S”, con el fin de mantener los logros alcanzados, por medio del establecimiento y respeto a las normas que permitan elevar los niveles de eficiencia en el lugar de trabajo.

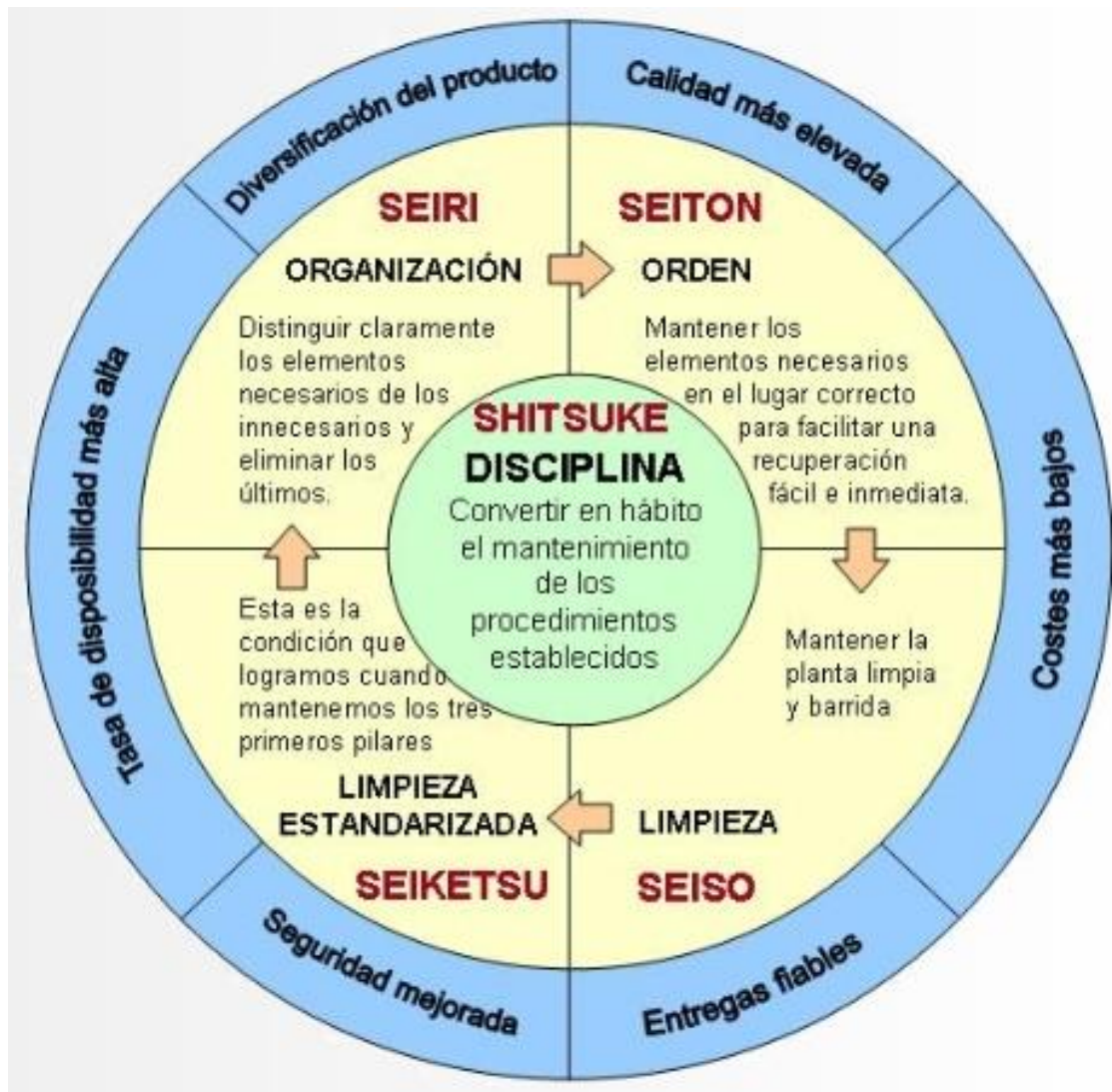
Esta S, asegura el hábito dentro de las 5s. Estandarizar es tomar acción, esto nos ayuda en la mejora continua.

Para poder estandarizar se debe de utilizar procedimientos e instructivas. Los estándares están hechos para ser mejorados.

### 1.3.5.5 SHITSUKE (Disciplina)

Según (Rodríguez Cardoza, 2010) la 5S debe ser reconocida como la parte más importante a impulsar porque su aplicación hace que evolucionen las 4S anteriores. Además, demostrar un espíritu proactivo que impulse la realización de las actividades de mejora, teniendo la certeza que los beneficios serán mayores cuando existe una consistencia en lo que se hace, tanto en la empresa como en la vida personal de manera que se obtengan grandes y mejores resultados, es decir, cuando todos los empleados demuestran una disciplina, la empresa obtendrá increíbles resultados en la calidad y productividad.

Figura 16. Esquema 5s



<http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/pruebapd.esy.es/wp-content/uploads/2013/04/5s-1-por.jpg>

### 1.3.6 TPM. Mantenimiento Total de la Producción.

El TPM nació desde la industria del automóvil y rápidamente formó a ser parte de la cultura corporativa de empresas tales como Toyota, Nissan y Mazda. También ha sido extendido a empresas de otro rubro.

En los últimos años ha habido un creciente uso del TPM en plantas de proceso, de alimentación, caucho, refinerías, petróleo, químicas farmacéuticas.

Existen tres razones por lo que el TPM se ha difundido tan rápidamente: Garantiza drásticos resultados, transforma los lugares de trabajo, eleva el nivel de conocimiento y capacidad de los colaboradores.

**Resultados Tangibles.** Las empresas que lo implementan invariablemente logran resultados sobresalientes enfocados en la reducción de averías de los equipos, minimización de tiempos muertos y pequeñas paradas, disminución de defectos y reclamos de calidad; elevación de la productividad, reducción de los costos de personal, inventarios y accidentes, aumento en la implicación de los colaboradores.

Para Susuki (1995), “El TPM ayuda a los operarios a entender su equipo y amplía la gama de tareas de mantenimiento que puedan practicar”. “Les da oportunidad de hacer nuevos descubrimientos, adquirir conocimientos, y disfrutar de nuevas experiencias”. “Refuerza la motivación, genera interés y preocupación por el equipo, y alimenta el deseo de mantener el equipo en óptimas condiciones”. (p. 4).

Es importante que el personal esté capacitado en técnicas para diagnosticar la corrosión, fisuras, quemaduras, obstrucciones, fugas, fatiga, holguras, piezas que se desprenden desgastes, distorsiones, quemaduras, cortocircuitos, aislamiento defectuoso, fugas de corriente y sobrecalentamiento. Los más importantes son: La corrosión, fugas y obstrucciones.

#### **1.3.6.1. Desarrollo del TPM.**

Para su implantación se tiene 4 fases:

- Preparación.
- Introducción.
- Implantación.
- Consolidación

#### **1.3.6.2. Fase de preparación (pasos 1-5)**

Debes de ser muy cuidadosos en este punto, es nuestra partida de nacimiento, el hacerlo bien nos evitara hacer retrabajos en la planificación. En esta fase se inicia con el anuncio a la alta dirección y se completa cuando se ha formulado el plan maestro de desarrollo del TPM.

##### **Paso 1: La alta dirección decide el inicio de TPM**

Todos los colaboradores deben de entender el porqué de la introducción del TPM y estar convencidos de su necesidad. El inicio comienza con este anuncio.

##### **Paso 2: Educación introducción al TPM**

Antes de poner en práctica el TPM debemos de comprenderlo, se planificarán seminarios externos y formación interna.

### **Paso 3: Crear una organización de promoción del TPM.**

Se debe asignar líderes de grupos para que se dé a conocer el TPM, este equipo debe de ser extremadamente eficaz para explicar las políticas y objetivos.

### **Paso 4: Establecer políticas y objetivos TPM.**

Los objetivos deben de alinearse con la planificación estratégica de la empresa: Objetivos de negocio a mediano y largo plazo.

Los objetivos deben de estar fijados de esta forma podemos hacer seguimiento a nuestra evolución. Los objetivos deben de ser desafiantes, pero alcanzables.

### **Paso 5: Diseñar un plan maestro TPM.**

Cada empresa debe de reflexionar y decidir sobre los temas que le serán más eficientes en sus procesos productivos.

Las ocho actividades básicas TPM son:

- Mejoras orientadas.
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento planificado.
- Formación y adiestramiento.
- Gestión temprana de los equipos.
- Mantenimiento de calidad.
- Actividades de departamentos administrativos y de apoyo.
- Gestión de seguridad y entorno.



Otras actividades:

- Diagnóstico de mantenimiento predictivo.
- Gestión del equipo.
- Desarrollo de productos y diseño y construcción de equipos.

Para Susuki (2005), “Estas actividades necesitan presupuestos y orientaciones claras” [...] “Debe de prepararse un programa con hitos claramente visibles para cada actividad, integrando todos ellos en el plan maestro” (p. 12).

#### **1.3.6.1 Fase de introducción (paso 6)**

Una vez aprobado el plan maestro, puede tener lugar el inicio del TPM, se realizara una reunión donde debe de primar la motivación para elevar la moral e inspire. En la reunión, la alta dirección confirma su compromiso para implantar el TPM e informa de los planes desarrollados y el trabajo realizado durante la fase de preparación.

##### **1.3.6.1.1 Fase de implantación (pasos 7-11)**

En esta fase se deben de realizar actividades para lograr objetivos del plan maestro.

##### **1.3.6.1.2 Fase de consolidación (paso 12).**

###### **Afianzar los niveles logrados y mejorar las metas**

Una empresa crece persiguiendo continuamente objetivos que desafíen su día a día con el fin de sobrevivir y ganar rentabilidad.

##### **1.3.6.1.3 Actividades fundamentales del desarrollo del TPM.**

Las siguientes actividades están demostradas como pasos obligatorios a seguir para poder tener éxito en nuestra implementación, cada empresa puede elegir actividades que se acoplen a sus necesidades.

#### **1.3.6.1.4 Mejoras orientadas.**

Estas actividades están pensadas para minimizar pérdidas que se busca eliminar, estas previamente han sido medidas cuidadosamente. Adicionalmente a las siete pérdidas, tenemos tres tipos: pérdidas operacionales, pérdidas en el rendimiento de materiales, pérdidas de energía y mantenimiento que tiene relación con la parada general.

En este punto sea la evaluación al proceso o al equipo se debe de utilizar los análisis causa raíz (ACR) para poder determinar las causas y poder determinar planes para solucionar los problemas.

#### **1.3.6.1.5. Mantenimiento autónomo.**

Esta actividad es característica del TPM, su origen es de Estados Unidos, luego se acoplo a Japón.

En este caso los operarios se involucran con el mantenimiento de rutina y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado, controlan la contaminación, y ayudan a mejorar las condiciones del equipo. Suzuki (2005, “TPM en industrias de proceso”, p. 14).

Es muy importante definir los siguientes pasos:

- Realizar acciones eficientes de mantenimiento autónomo en los diferentes tipos de equipos.
- Investigar la importancia relativa de los diferentes elementos del equipo y determinar los enfoques de mantenimiento.
- Priorizar las tareas de mantenimiento.
- Asignar apropiadamente responsabilidades entre personal de producción y mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento autónomo serán efectivas si se controla al detalle su evolución de un paso a otro, para pasar al siguiente nivel se designa un auditor general que dará el visto bueno al equipo para pasar al siguiente nivel.

El paso 1, la limpieza inicial, no solo es limpiar sino encontrar anomalías de máquinas que nos traerán consecuencias en el proceso, los esfuerzos deben de enfocarse en resolver

rápidamente los problemas, de lo contrario no se lograrán los objetivos de eliminar y controlar el deterioro.

Paso 2, acción contra las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles, el programa retrocederá al paso 1.

#### **1.3.6.1.6. Mantenimiento planificado.**

Este tipo de mantenimiento también llamado programado abarca tres formas de mantenimiento: El de averías, el preventivo y el predictivo.

La finalidad de gestionar el mantenimiento preventivo y predictivo es eliminar las averías, también los fallos inesperados, tales fallos ponen al descubierto elementos inapropiados en los planes de mantenimiento, entre ellas medidas ineficaces de prevención de fallos. Por ese motivo es importante controlar el tiempo medio entre fallos (MTBF) y de usar ese análisis para especificar los análisis.

#### **1.3.6.1.7. Formación y adiestramiento**

El recurso humano de una empresa es un activo de gran valor, y todas las empresas deben de formar a su personal sistemáticamente.

Para Suzuki (2005) “Los trabajadores de industrias de proceso son escasos, forman parte de una elite y cada vez tienen una formación polivalente, de modo que su adiestramiento debe ser parte vital del sistema de recursos humanos” (p. 16).

En Japón, se tiene como estándar, tener su parada planta por mantenimiento cada dos años, esto tiene que ser autorizado oficialmente, dependiendo del estado del equipo, sin embargo, si la empresa tiene implementado el TPM, puede acceder con mayor facilidad a este permiso.

#### **1.3.6.1.8. Gestión de nuevos equipos y productos.**

Este ítem concierne a los usuarios de los equipos, a la empresa de ingeniería, y a los fabricantes de los equipos. Se cuenta con las siguientes etapas:

- Planificación de equipos.
- Diseño de procesos.
- Proyectos de equipos, fabricación e instalación.
- Someter a test la operación.
- Gestión del arranque.

Al proyectar una planta, se perfilan varios diseños: diseño funcional, de fiabilidad y mantenibilidad, de seguridad y economía. (Suzuki,2005, “TPM en industrias de proceso”, p. 17) .

En TPM, un procedimiento eficiente para el logro de una producción en gran escala y estable se conoce como “arranque vertical”.

#### **1.3.6.1.9. Mantenimiento de calidad. (QM).**

Es un método para producir bien a la primera y evitar los defectos a través de los procesos y equipos. Debemos de enfocarnos en la condición de los componentes que causan esa variabilidad en la calidad.

Las características de la calidad están diferenciadas por cuatro entradas de la producción: equipos, materiales, acciones de las personas (habilidad), y métodos.

Como primer paso tenemos que centrarnos en el proceso, después en el equipo, el equipo es un medio para ejecutar un proceso.

#### **1.3.6.1.10. TPM en departamentos administrativos y de apoyo.**

Los departamentos administrativos no solo están de apoyo sino deben de reforzar sus funciones mejorando y cambiando la cultura en la empresa. Sus funciones principales serán, recoger información, analizar y aplicarla.

#### **1.3.6.1.11. Gestión de seguridad y del entorno.**

La seguridad y prevención son temas muy importantes y van de la mano con el desarrollo del TPM. La seguridad se promueve de forma sistemática como parte de las actividades.

La seguridad debe de estar garantizada en la parada de planta y en actividades de limpieza.

#### **1.3.6.1.12. Sostener la implantación del TPM y elevar los niveles.**

Revisando continuamente mediante mediciones continuas se puede lograr el éxito de sostener y estimular el avance de la herramienta.

#### **1.4. Formulación del problema.**

##### **1.4.1. Problema general.**

¿De qué manera la aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing incrementa la productividad en la empresa de chocolate en el Callao -2018?

##### **1.4.2. Problemas específicos.**

¿De qué manera la aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing incrementa la productividad en la empresa de chocolate en el Callao -2018?

#### **1.5. Justificación.**

La Justificación es explicar, cuál es el motivo que llevo se tuvo para iniciar la investigación. Se trata de explicar y profundizar el sentido de la investigación.

Se desarrollarán capacitaciones a los maquinistas para que puedan tener los conocimientos básicos para llevar a cabo los objetivos planteados.

Se tiene como objetivo llegar a un 72.3% de GE (Eficiencia Global). Para poder obtener ese objetivo se tiene que reducir el despilfarro y uno de los despilfarros más críticos son: estandarización de orden, limpieza y de paradas de máquinas que normalmente se dan por falta de mantenimiento de equipos.

## **1.6. Hipótesis.**

### **1.6.1 Hipótesis General**

La aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing Incrementa la productividad en la empresa productora de chocolates Callao -2018.

### **1.6.2. Hipótesis Especifica**

La aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing incrementa la productividad en la empresa de chocolate en el Callao -2018 .

## **1.7. Objetivos.**

### **1.7.1. Objetivo General**

Determinar como la aplicación de Lean Manufacturing incrementa la productividad en la empresa de chocolate en el Callao -2018.

### **1.7.2. Objetivos específicos.**

Establecer como la aplicación del Lean manufacturing incrementa la productividad en la empresa de chocolates Callao -2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Diseño de investigación.**

Por su diseño es cuasi experimental, la población está conformada por un grupo único antes de la aplicación del experimento: Población es igual a la muestra. En este tipo de diseño los sujetos no asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento.

Por lo anteriormente mencionado, la investigación se centrará en un diseño cuasi experimental que como bien mencionan Hernández y Baptista (2014) se da en tanto se mida el efecto sobre las variables dependientes al manipular las variables independientes y tratarse de objetos de estudio no asignados aleatoriamente

Al grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al tratamiento.

Por su temporalidad es longitudinal debido a que se medirá la productividad 2 veces, antes y después de la aplicación de Lean Manufacturing.

Por su finalidad es aplicada, al aplicar la filosofía de Lean manufacturing se asegura el cumplimiento de los objetivos trazados: incrementar la productividad, iniciando por las 5S, que viene a ser la base de todo sistema para después seguir con la herramienta TPM, para concluir con los objetivos de reducir el despilfarro. Según Valderrama (2013), sostiene que “la investigación “activa” o dinámica” y está contemplada con la investigación básica, depende sus aportes teóricos para dar solución a la problemática” (p. 164).



Por su nivel es descriptiva y explicativa, porque la presente investigación se llevará los conceptos del Lean manufacturing de una manera descriptiva para poder tener éxito y también, se explicará el proceso y resultados, como sostiene Valderrama (2013) “que el nivel descriptivo mide las propiedades de los hechos” (p.168) en “el nivel explicativo sostiene que responde a las cosas de los eventos de la investigación” (p.173).

Por su enfoque es cuantitativa, porque la presente investigación es objetiva, se tendrá formulas y variables para obtener datos de razón, coincidiendo con Valderrama (2013) sostiene que este enfoque cuantitativo tiene como propiedad la recolección y estadística de datos para responder a la fórmula planteada (p. 106).

## 2.2. Variable, Operacionalización.

Tipo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de
INDEPENDIENTE	LEAN MANUFACTURING	Un proceso Lean se caracteriza por una fluidez y una predictibilidad que reduce grandemente la incertidumbre y el caos típico de las plantas de producción. No es solo física y financieramente mas Lean, sino también emocionalmente. La gente trabaja con mayor confianza, mayor facilidad y mas paz que las típicas plantas ( Entender el Lean Manufacturing, Adrian Sancho Chastain, sf, p 51)	La filosofía Lean Manufacturing tiene como objetivo la eliminación del desperdicio mediante el uso de una colección de herramientas. Entendemos como desperdicio todas aquellas acciones que no generan valor para el cliente. Se utilizarán las siguientes herramientas	5S	Cumplimiento de logros: Auditorías interdisciplinarias Reporte de control de metodología  = $\frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \times 100\%$  <b>Objetivo mínimo: 85%</b>	Razon
				Total Productive Maintenance TPM	$D = \frac{TEO}{TD}$  D: Disponibilidad TEO: Tiempo equipo en operación TD: Tiempo disponible	
DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD	“La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez, 2014, p. 20).	Es un medio entre los productos elaborados (salidas) y los recursos utilizados (entradas). Por ende, en el campo laboral es el número de unidades producidas por hora trabajada.	Eficiencia	$GE = \frac{\text{Horas efectivas producidas}}{\text{Horas programadas}} \times 100\%$	Razon
				Eficacia	$\frac{\text{Unidades producción real}}{\text{Unidades de producción programadas}} \times 100$	

### **2.3. Población y muestra.**

La población para la presente investigación está formada por la producción de una maquina en el área que nombraremos Moldeo A. La medición será de 1 mes. (2018 – 2019)

La muestra es igual a la población.

En la presente investigación no tenemos muestreo, la población y la muestra son iguales, se usará un censo, se utilizará todos los elementos de la población.

Para Sampieri (2010) “Cuando se realiza un censo se debe considerar todos los casos de la población” (p. 172).

### **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

La principal técnica que utilizaremos es el de la observación de las operaciones e inconvenientes de los maquinistas, se obtendrá un resultado de la eficiencia global de la línea, un cociente entre datos de las horas efectivas y horas programadas. Para llegar a este objetivo se identificará los puntos de despilfarro para poder aumentar nuestra probabilidad de éxito.

Los instrumentos de recolección de datos serán los formatos que ayudarán a realizar el estudio.

- Formatos de auditorías de 5s.
- Formatos de producción donde incluye paradas.
- Formatos de reuniones con jefe de planta e ingenieros de procesos.
- Formatos de capacitación maquinistas.
- Juicio de expertos
- Cronograma de auditorias de 5s
- Formatos de estandarización de procesos
- Check list de verificación de proceso

## **2.5 Métodos de análisis y datos.**

## **2.6 Aspectos éticos.**

Como principal valor los estudiantes y personas, es la ética, quiere decir que en la presente investigación se tiene en consideración la veracidad de la información, eso es respeto a la universidad.

## **2.7 Desarrollo de propuesta.**

### **2.7.1 Situación actual.**

#### **Descripción general de la empresa:**

Por motivos de confidencialidad no se nombrará la empresa en la investigación.

La presente investigación se desarrolló en una empresa peruana líder en su rubro, dedicada al procesamiento, elaboración del chocolate y derivados. Actualmente, la empresa brinda el servicio de maquila de chocolate y desarrollo de productos derivados a clientes multinacionales ofreciendo soluciones personalizadas de acuerdo a los requerimientos de tercerización realizando grandes y pequeños volúmenes de producción.

La empresa de chocolate en estudio se especializa en suministrar productos y servicios hechos a medida para grandes y pequeñas empresas de la industria del chocolate y confitería.

Ofrecen soluciones a medida que satisfacen sus necesidades de externalización. Trabajamos con las fórmulas existentes, adaptando las líneas de procesos o desarrollando nuevos y

exclusivos productos. Nuestro equipo de I+D trabaja con el cliente para hacer realidad sus ideas.

Las instalaciones de cacao y chocolate tienen tecnología que permiten realizar producciones de gran volumen, así como pequeñas producciones, con la flexibilidad necesaria para desarrollar productos Convencionales, Orgánicos y Comercio Justo de acuerdo con la necesidad de su mercado.

**Planta de Chocolate Dedicada:**

Se tiene una planta de chocolate realmente dedicada; donde no existe contaminación cruzada. La planta es:

**Libre de Gluten:** Todos los productos están certificados libres de gluten.

**Libre de los 8 principales alérgenos (decretados por la FDA):** Libre de leche, trigo, huevo, soya, maní, nueces de árbol, pescado y mariscos.

**Vegano:** El veganismo es no sólo la dieta, también evitan la explotación de animales para cualquier propósito, esta es una razón clave muchos optan por un estilo de vida vegano.

**NO-GMO:** Todos los productos están hechos con ingredientes naturales, puros y de alta calidad, lo que significa que son producidos sin el uso de organismos genéticamente modificados.

**Kosher Parve:** Tenemos la primera planta certificada Parve de chocolate en América del Sur. Parve significa que los productos que no contienen ni se procesan con derivados lácteos.

**Localización:** Por razones de confidencialidad no se detalla.

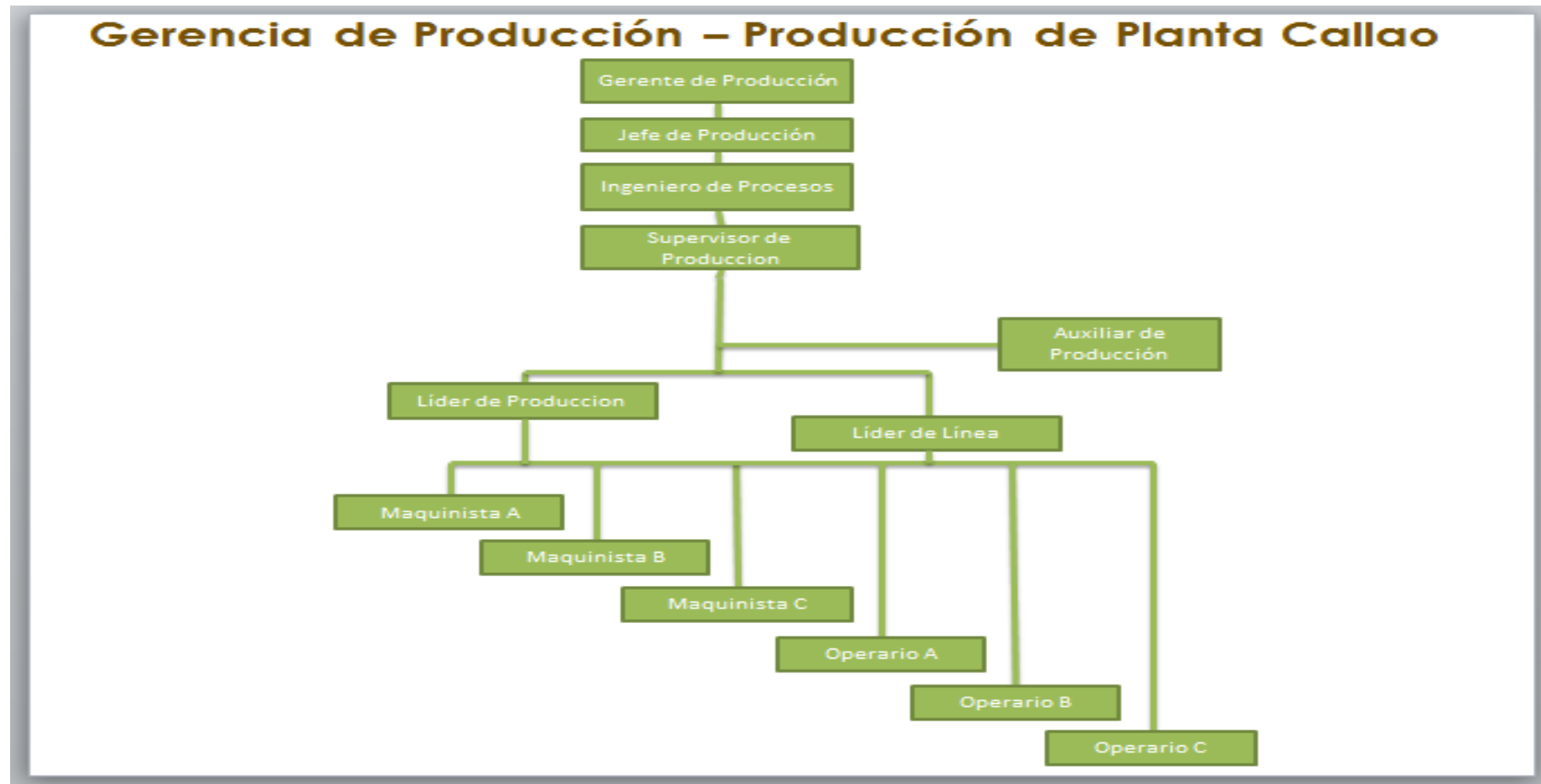
### 2.7.1.1. Misión, Visión y Valores.

**Figura 17**



### 2.7.1.2. Organigrama de empresa.

Figura 17. Organigrama empresa



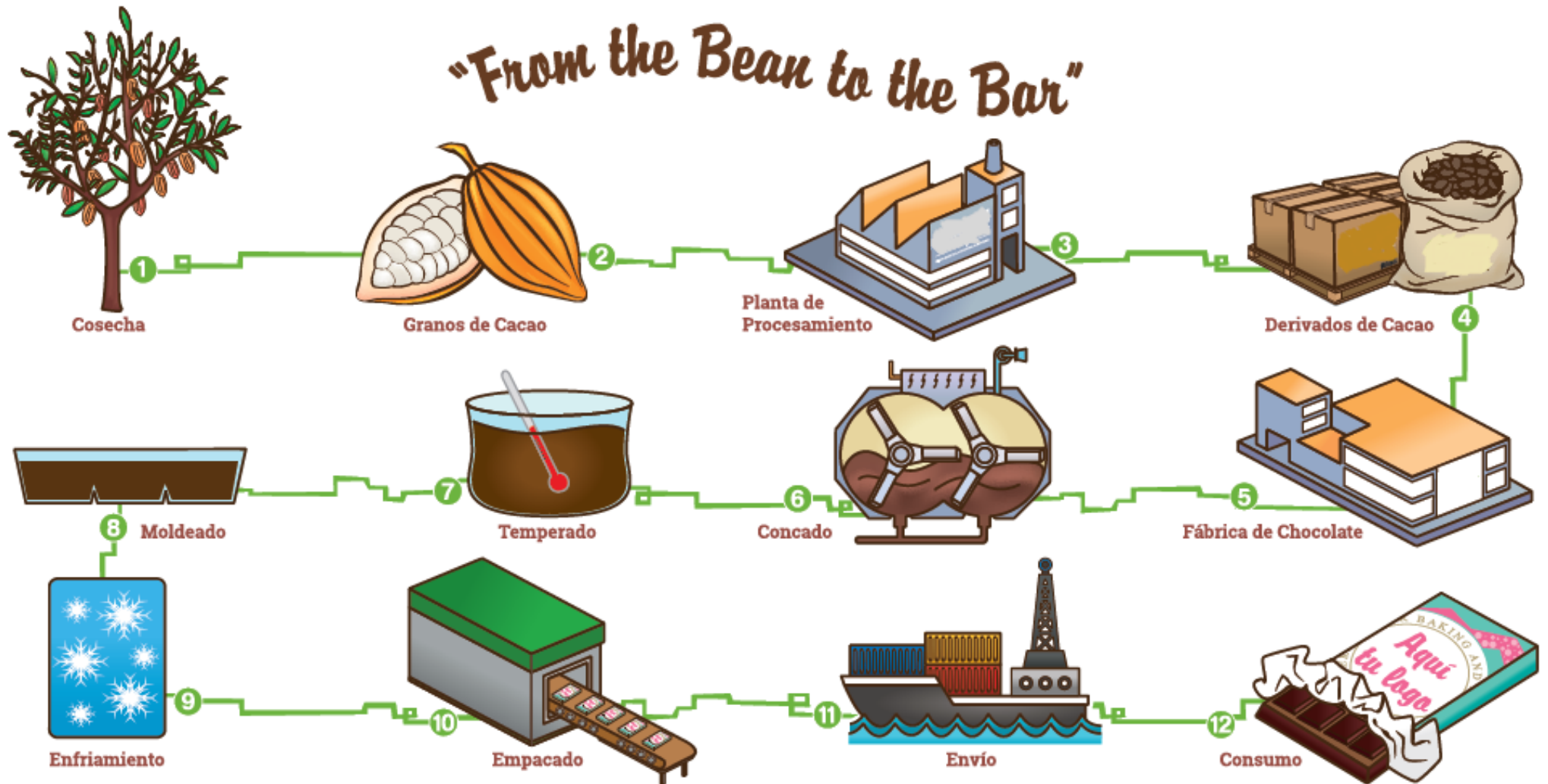
Elaboración propia

### **2.7.1.3 Descripción del proceso.**

Para hacer un recuento del flujo general del proceso del chocolate en la empresa donde se realizó la investigación, una vez que se obtiene el cacao de los agricultores lo que se hace es tostar el grano de cacao previamente fermentado y secado y se lleva a temperaturas entre 100 a 150°C a este proceso se le denomina tostado, ahí es donde se potencia el factor aromático del cacao. Luego, los granos tostados son triturados en una quebrantadora para luego separar la cáscara del nibs de cacao, la principal materia prima para el chocolate. El nibs de cacao pasa luego a unos molinos donde el cacao que tiene más del 50% de materia grasa se funde y se obtiene una pasta fluida que se llama pasta o licor de cacao. La pasta es sometida a mayor temperatura y presión para obtener la manteca de cacao líquida, la parte sólida se envía a un proceso de pulverización para obtener el polvo de cacao. La pasta de cacao se mezcla con otros ingredientes como la manteca de cacao o leche en polvo, entre otros para lograr la masa de chocolate según el tipo de chocolate que se quiera obtener. Esta masa se refina y se lleva a una etapa de concado donde se homogeniza la composición del chocolate, a más horas de concado mejor calidad del producto. Luego, el chocolate se atempera esto se realiza con máquinas atemperadoras en la fábrica. Posteriormente, es dosificado en moldes para obtener tabletas, bombones, recubrimientos, entre otros. Finalmente, el chocolate como producto final, pasa por un proceso de envasado y empaquetado y pueda ser entregado al cliente final. Si bien la fórmula en esencia del chocolate se resume en azúcar, cacao y leche; es en el proceso de producción donde la calidad baja o prevalece. Y es desde el ingreso hasta la salida del producto en insumo y en producto final respectivamente que se debe asegurar su trazabilidad mediante el control de calidad en cada fase de producción.

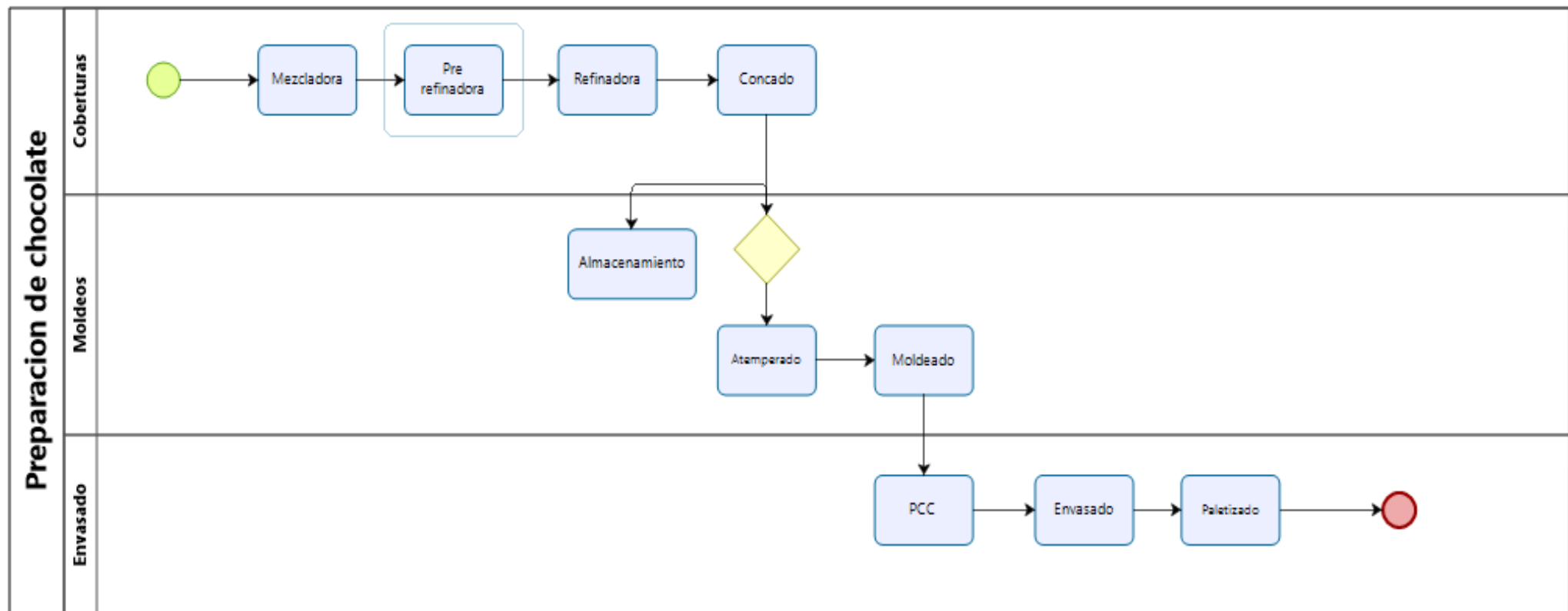


Figura 18. Proceso de elaboración de chocolate



#### 2.7.1.4. Diagrama de flujo de proceso

Figura 19. Diagrama de Flujo de Proceso de chocolate



Elaboración propia

### **2.7.1.5. Diagnóstico de la situación actual**

Al iniciar la investigación mediante el método de observación se encontraron las siguientes oportunidades de mejora:

1. Grupo no cohesionado.
2. Falta de estándares de trabajo.
3. Falta de disciplina.
4. Falta de conocimiento en métodos de trabajo.
5. Falta de conocimiento de indicadores de la planta.
6. Falta de orden y limpieza.
7. Estrés laboral.

Como punto de partida para atacar los puntos descritos se trabajó con las habilidades blandas de los colaboradores para que se pueda tener una apertura en cuanto al aprendizaje del nuevo método, de esta forma se prepara al personal para que la resistencia al cambio sea menor.

Para adquirir un conocimiento se requiere una disposición positiva disponibles hacia la propuesta que se presenta, cuando se aprende algo nuevo se tiene cambios intrínsecos y extrínsecos, por lo general ante un cambio hay una resistencia, se tiene que desaprender lo aprendido para poder aprender la nueva metodología.

La psicología humana se divide en tres componentes. Cognitivo (memoria, lógica), afectivo emocional (emociones y sentimientos) y Conducta (como pienso, como siento).

Cuando se combina los tres componentes esto se vuelve un hábito y se convierte en una aptitud. El proceso cuenta con los siguientes pasos:

1. Incompetencia inconsciente
2. Incompetencia consciente.
3. Competencia Consciente
4. Competencia inconsciente.

Esto se logra mediante el aprendizaje experimental, el colaborador se involucra en el trabajo adquiere nuevas responsabilidades y esto se convierte en parte inherente, mediante la vivencia de la situación y el accionar de su nuevo habito comprueba los resultados del trabajo

en equipo, disciplina, orden y limpieza. Recordar que el aprendizaje se logra de una manera más efectiva cuando tiene una carga emocional.

Para Ellis (2005), “Las personas aprenden aquello a lo que prestan atención. Una recompensa incrementa el aprendizaje porque favorece que las personas presten atención a la información que tienen que aprender”. (p. 7).

En el caso de las recompensas se dan mediante el feedback continuo de manera personal. Se tiene la necesidad de sentirnos competentes y mantener una sensación de autoestima.

Para poder mantener el hábito se utilizó un entorno de flexible y motivador (estado interno que nos motiva a actuar). Por otro lado, se utilizó el método de las 13 virtudes de Benjamín Franklin, consiste en practicar un hábito por semana y mediante el control diario se lograría tener éxito.

### **Hábitos:**

1. Puntualidad
2. Orden
3. Limpieza
4. Control
5. Estandarización de procesos.
6. Mejora Continua.

Estos fueron los hábitos que se trabajaran al cabo de una semana cada uno, después de terminados se repetían, mediante un control riguroso del cumplimiento se logró el objetivo.

“Los recursos humanos son algo que se encuentra por encima de toda medida”. “La capacidad de esos recursos puede extenderse ilimitadamente cuando toda persona empieza a pensar”. (Taiichi Ohno, s.f, )

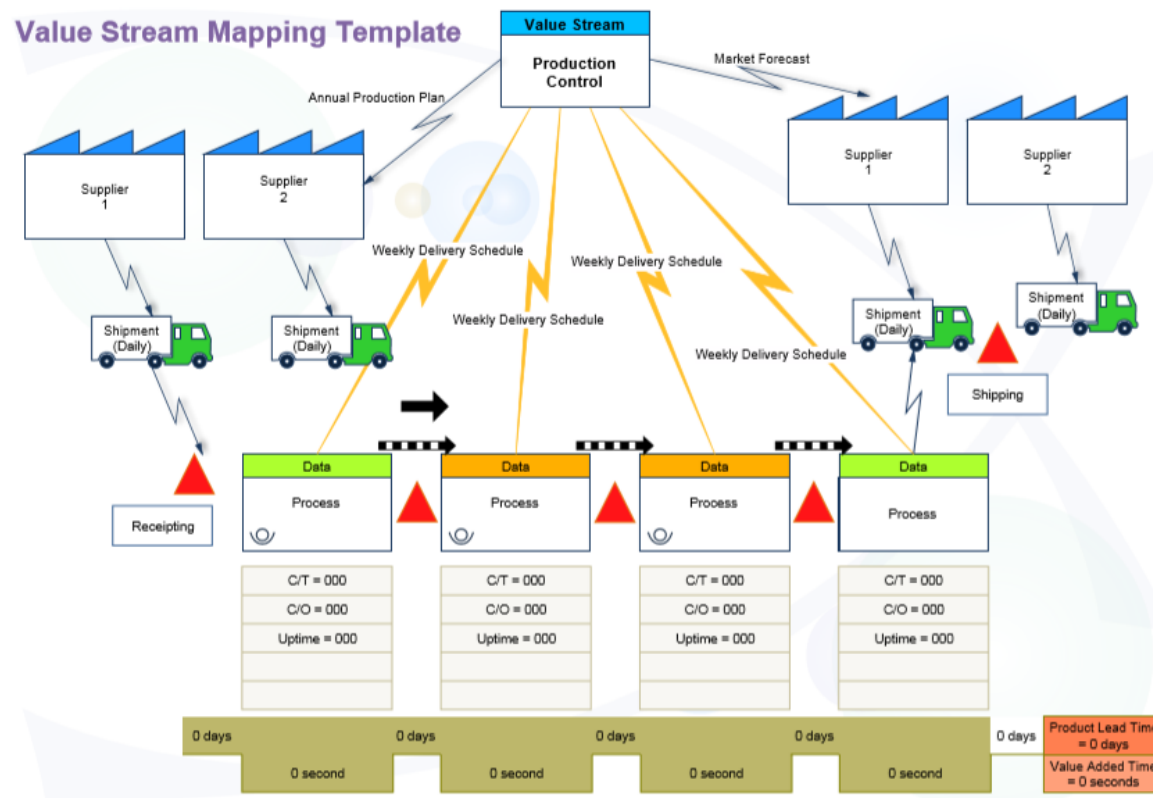
En el libro el poder de los hábitos de ... manifiesta que en 21 días se logra adquirir un hábito no utilizando la fuerza de voluntad, sino identificando las creencias y concientizándonos de las consecuencias que se tiene con el mal hábito para cambiarlo por uno bueno.

Después del trabajo de habilidades blandas, se gestionó una reunión con el equipo de ingenieros de procesos de la planta, donde se evaluaron las causas de la baja productividad

de la planta. En ella se tiene las siguientes conclusiones la cuales fueron resumidas en este un diagrama de Ishikawa (Figura 11), después de ese análisis se dio pesos a las causas para poder determinar mediante un Pareto las causas principales a nuestros problemas.

## 2.7.2 Propuesta de Mejora

Se realiza un estudio con el VSM ( Value Stream Mapping) o cadena de valor



Se encontraron los siguientes desperdicios:

Observaciones	Herramienta
1 Medicion No estandar de Tanques	Kaizen
2 Falta de Herramientas	5s
3 Orden y limpieza de Lineas	5s
4 Paradas constantes de maquina	TPM / ACR
5 Maquina en condiciones no basicas	TPM
6 Desalineacion de cadena principal	TPM
7 Falta de cronograma de limpieza	TPM
8 Alto reproceso	TPM
9 Lay out deficiente	LM
10 Exceso de personal	LM
11 No estandarizacion de procesos	LM

### 2.7.2.1 Diagrama de Gantt

<b>PLAN 60 DÍAS CALLAO - LEAN MANUFACTURING (MOLDEOA)</b>										
N°	ACTIVIDAD	RESP	Abril				Mayo			
			02-abr	09-abr	16-abr	30-abr	08-may	15-may	22-may	29-may
			S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
1	Cubicaje de Tanques con laser	DF								
2	Creacion de excel automatizado cubicajes	BB								
3	Cambio de Lay out. Se traslado equipos necesarios	DF								
4	Regulacion de cadena	MTTO								
5	Cronograma de 5 s reforzar orden y limpieza	MC								
6	Instalacion de herramientas en linea	MC								
7	Creacion de check list de procesos ( Estandarizacion)	DF								
8	Capacitacion en puntos criticos de limpieza	CC								
9	Solventar condiciones no basicas Maquina	MTTO								
10	ACR Paradas continuas Maquina	DF								
	Planeados	13	4	4	2	3	3	3	4	4
	Ejecutados	12	4	3	2	3	3	3	4	4
	Pendientes	3	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	<b>% CUMPLIMIENTO ACUMULATIVO</b>	<b>96%</b>	<b>92%</b>				<b>100%</b>			
	Ejecutado fuera de fecha									

## 2.7.3. Ejecución de propuesta.

### 2.7.3.1 Cubicaje de tanques de línea.

Se utilizo un laser que mide la distancia.

#### Especificaciones


##### Detalles técnicos

Rango de medición	0.05 - 70 m
Precisión de la medición	0.0015 m
Unidad de indicación inferior	0.05 mm
Clase de láser	2
Longitud de onda	635 nm

##### Exhibición

Pantalla	-
Retroiluminación	

##### Peso y dimensiones

Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	59 x 100 x 32 mm
Peso 	180 g

##### Contenido del embalaje

Tripode incluido	
------------------	--

##### Control de energía

Tipo de batería	LR03 (AAA)
Numero de baterías soportadas	4
Voltaje de la pila	1.5 V
Apagado automático	✓
Autonomía 	5 h

<https://www.manualpdf.es/bosch/dle-70-professional/manual?p=1>

Se cubicaron tanques de almacenamiento de pastas. Mediante la formula del volumen del cilindro se pudo obtener resultados óptimos.

$$V = \pi \cdot \text{Radio}^2 \cdot \text{Altura}$$

\*

\*Se adiciono la variable de la densidad 1.2 g/ml es la densidad de la pasta de chocolate en general para poder acercarnos al volumen.

El laser media el espacio que se tenia entre nivel de la pasta y borde del tanque de esta forma se restaba la diferencia de la altura del tanque.

La cantidad medida era insertada en un cuadro y automáticamente nos daba la cantidad en Kg. Estos no ayudo en el control y balances de línea.





### 2.7.3.2. Mejora en Lay Out.

	Maqui	Temperador choco	Temperador Maní	Acarreador	Apoyo	Recepcion	Pcc	Selección	Paletizador	Total
Antes	2	1	1	1	2	2	1	1	1	12
Ahora	1	1	0	0	0	2	1	0	1	6

Se tenía 12 colaboradores en proceso se detectó despilfarro en movimientos y recorrido.

Los puestos no generaban valor.

Este excedente de personal se debía a que se tenía una atemperadora en el 2do nivel. Para esta operación se tenía el siguiente personal:

1 acarreo

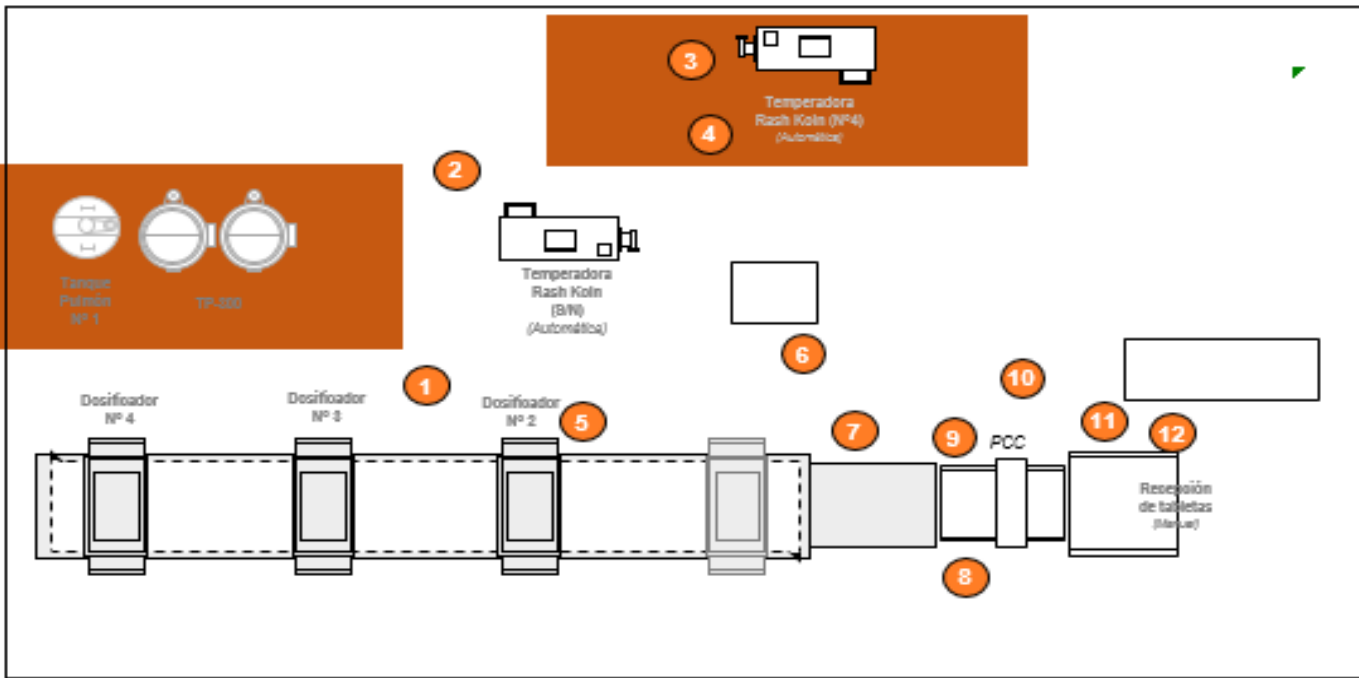
1 Temperador de maní

2 apoyo recepción.

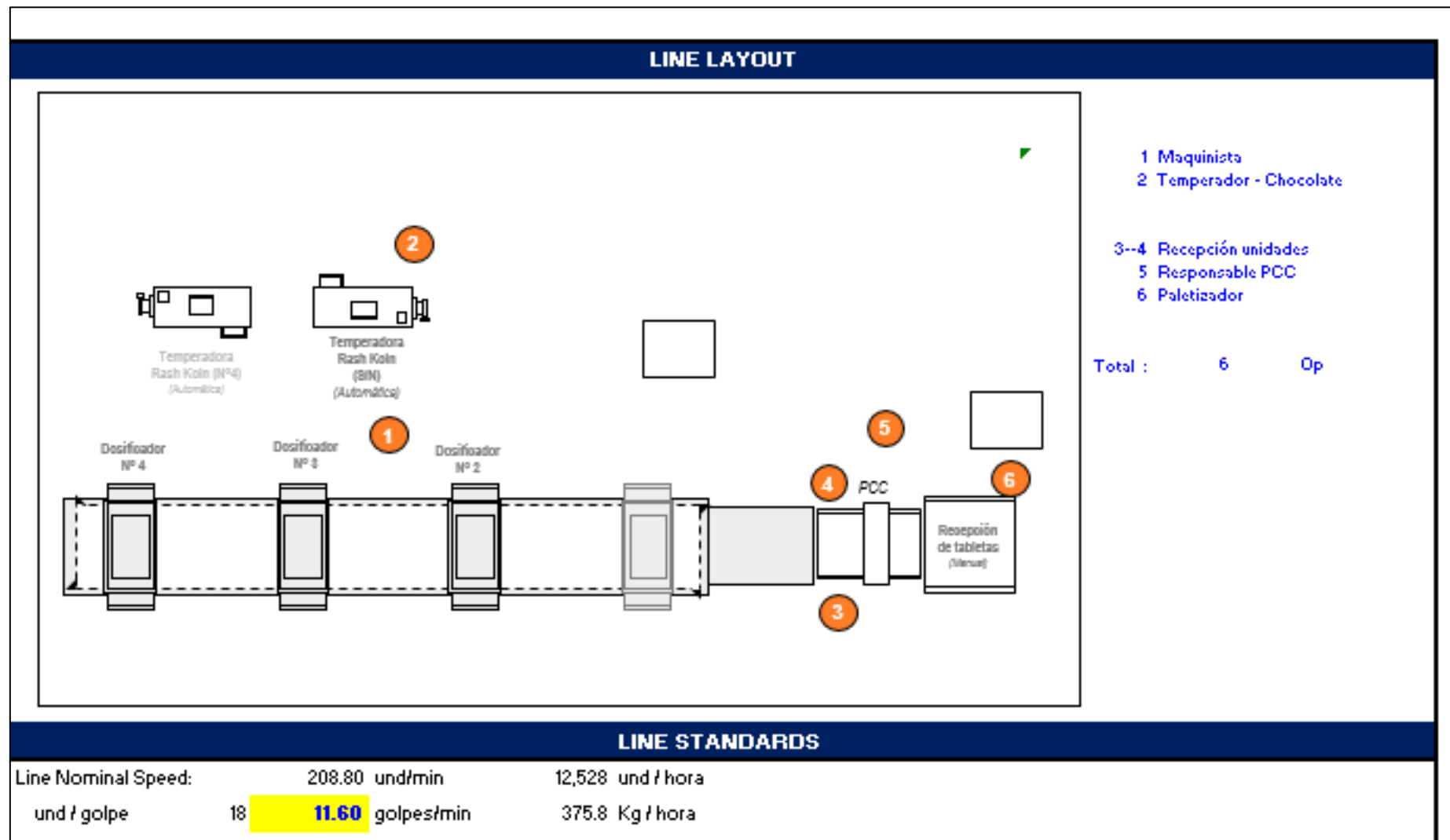
Al momento que se realizó el traslado se reubicaron a 4 personas, luego con las mejoras de equipo se pudieron reubicar 2 más. Actualmente se utiliza 6 colaboradores en la operación.

Considerar que el proceso de Moldeo A se realiza en el 1er nivel.

## Lay Out A

PRODUCTO					
Código EXC Descripción	Versión	Grupo Receta	Receta	BOM Grupo	BOM
30g	0001	xxx1	1		1
Peso Unidad Base		Cantidad de Empleo		Cantidad de Operación	
30 g		480 UND		1 CJ	
LINE LAYOUT					
					
<div>1 Maquinista</div> <div>2 Temperador - Chocolate</div> <div>3 Temperador - P.Maní</div> <div>4 Abastecedor Pasta Maní con balde</div> <div>5 Verifica dosificación (Tolva n°2)</div> <div>6 Controlador de línea</div> <div>7 Quita restos de chocolate en moldes</div> <div>8-9 Recepción unidades</div> <div>10 Responsable PCC</div> <div>11 Selección unidades</div> <div>12 Paletizador</div>					
Total : 12 Op					
LINE STANDARDS					
Line Nominal Speed:	189.30 und/min	11,358 und / hora	CJ / hora		
und / golpe	10.52 golpes/min	340.7 Kg / hora	(Referencial)		

## Lay Out B



### 2.7.3.3. Condiciones básicas de máquina

#### Moldeo A



Vista general. Línea Molde A.

## **Trabajos de condiciones basicas**

- 1 Mantenimiento de Sistema neumatico
- 2 Revisión de Motores y guardas de equipos
- 3 Instalación de vibradores
- 4 Instalación de soportes nuevos
- 5 Cambio de retenes
- 6 Ordenamiento de mangueras neumáticas
- 7 Cambio de racors
- 8 Instalación de ventiladores en tableros de control
- 9 Instalación de nuevas guías



2. Reparación de motor principal de cadena



1. Instalación centro de control, sistema neumático.



4. Cambio de mangueras de sistema neumático.



3. Vibradores nuevos con mayor potencia.



- 5. **Instalación de ventilador en panel de control principal.**
- 6. **Instalación de guías de acero inoxidable.**



### 2.7.3.3. Análisis Causa Raíz (ACR).

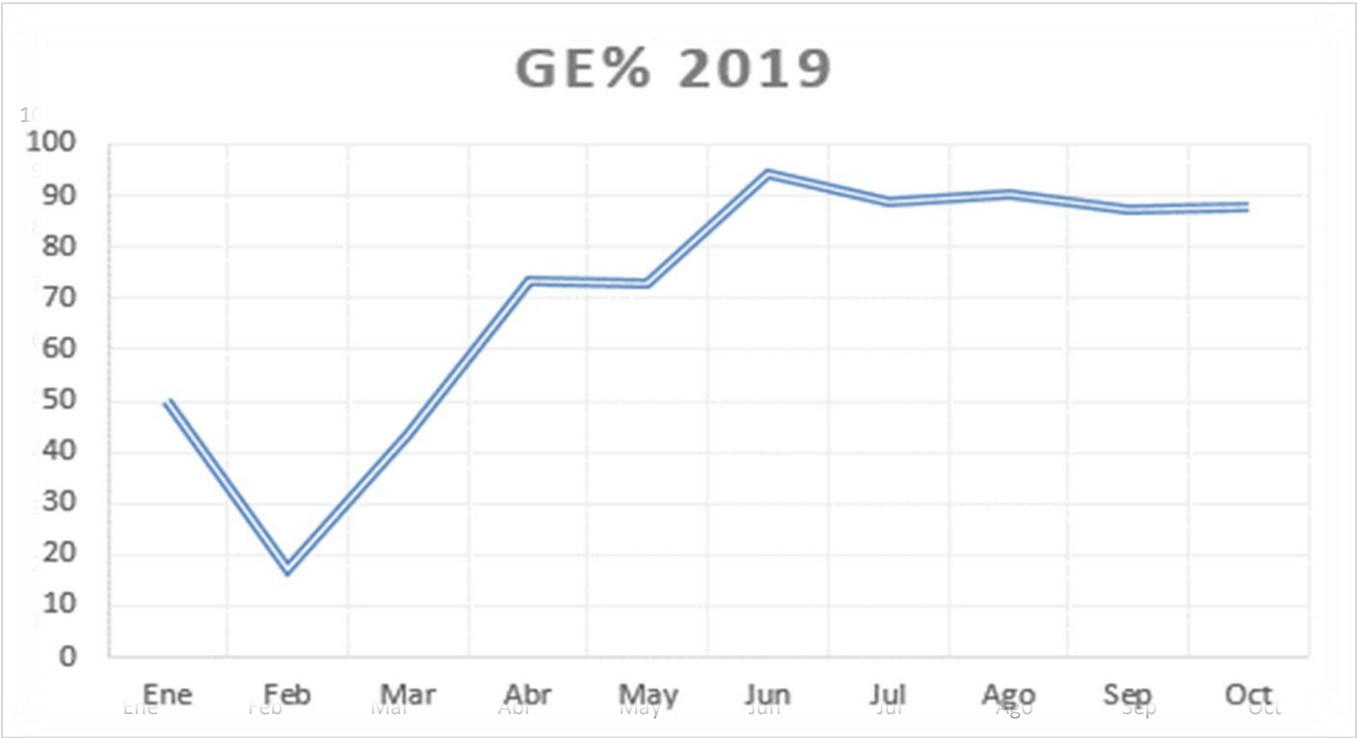
ACR o análisis causa raíz, se encontró uno de los problemas que afectaba nuestra eficiencia, el molde tenía una vena que al momento de avanzar la cadena este pin chocaba haciendo que se desgastara y este se rompiera, se tenía como paradigma que la cadena estaba muy ajustada, esta solución se dio yendo al Gemba. Se tuvo participantes a maquinistas de la línea y mi persona: Supervisor encargado de la línea.

SOLICITUD DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS (ANÁLISIS CAUSA RAÍZ)				CÓDIGO : QA.R.G.005	
				VERSIÓN : 6	
				F.A : 10/11/2018	
Proveniente de		<input type="checkbox"/> AUDITORIA <input type="checkbox"/> DESARROLLO DE PROCESOS <input checked="" type="checkbox"/> SEGUIMIENTO DE OBJETIVOS Y METAS <input type="checkbox"/> INCIDENTES			
Prioridad		<input checked="" type="checkbox"/> CALIDAD <input type="checkbox"/> INOCUIDAD			
		<input type="checkbox"/> ACUERDO COMITÉ SST <input type="checkbox"/> PRODUCTO NO CONFORME <input type="checkbox"/> QUEJAS O RECLAMOS <input type="checkbox"/> SUGERENCIA DE MEJORA			
		<input type="checkbox"/> INFORMES ORGANISMOS DE CONTROL <input type="checkbox"/> REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN <input type="checkbox"/> INSPECCIONES <input type="checkbox"/> OTROS			
		N° : 32 - pRC			
INFORMACIÓN GENERAL	1	Problema / Hallazgo :	Rotura de moldes parte inferior		
		Línea/Área/Máquina:	Moldeo A		
		Fecha de ocurrencia:	22/05/2018		
		¿Ha ocurrido antes? /Describe lo ocurrido	Si / Parte baja rotura de moldes		
		Líder de Equipo:	Daniel Flores		
		Participantes :	Maquinista y apoyo de maquinista		
		Fecha de análisis:	22/05/2018		
		¿Cuál fue la acción inmediata de corrección?	Responsable	Fecha	Estatus
2	Se paro línea por prevencion		Daniel Flores	22/05/2018	Conforme
3	Definición del Problema Enfocado		Foto o dibujo descriptivo		
	Qué pasó?	Rotura de molde			
	Dónde ocurrió?	Moldeo A			
	Cuándo?	22/05/2018			
	Quién participó en la operación?	Jorge Llanos			
	Cuánto es la pérdida?	Paradas de maquina constantes 5 horas			
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA ENFOCADO:					
Rotura de molde ocurrido en la línea de moldeo A, en la producción de xxx el día 22/05/18					
4	Diagrama de Causa - Efecto (Espinas de pescado)				
MANO DE OBRA		MÁQUINA	MEDICIÓN		
		Desalineacion de maquina			
		Arandela en moldes antiguos			
		Moldes no adecuados			
MÉTODO		MATERIALES	MEDIO AMBIENTE		
Rotura de moldes					
5	RCA-5 Por qué: con el esquema de los 5 porqué? Marque cada causa raíz con 1, 2..... Para vincular luego las acciones				
Possible Causa	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?
Molde no adecuado	No permite girar	Tiene una vena que obstruye	Mal diseño de molde		

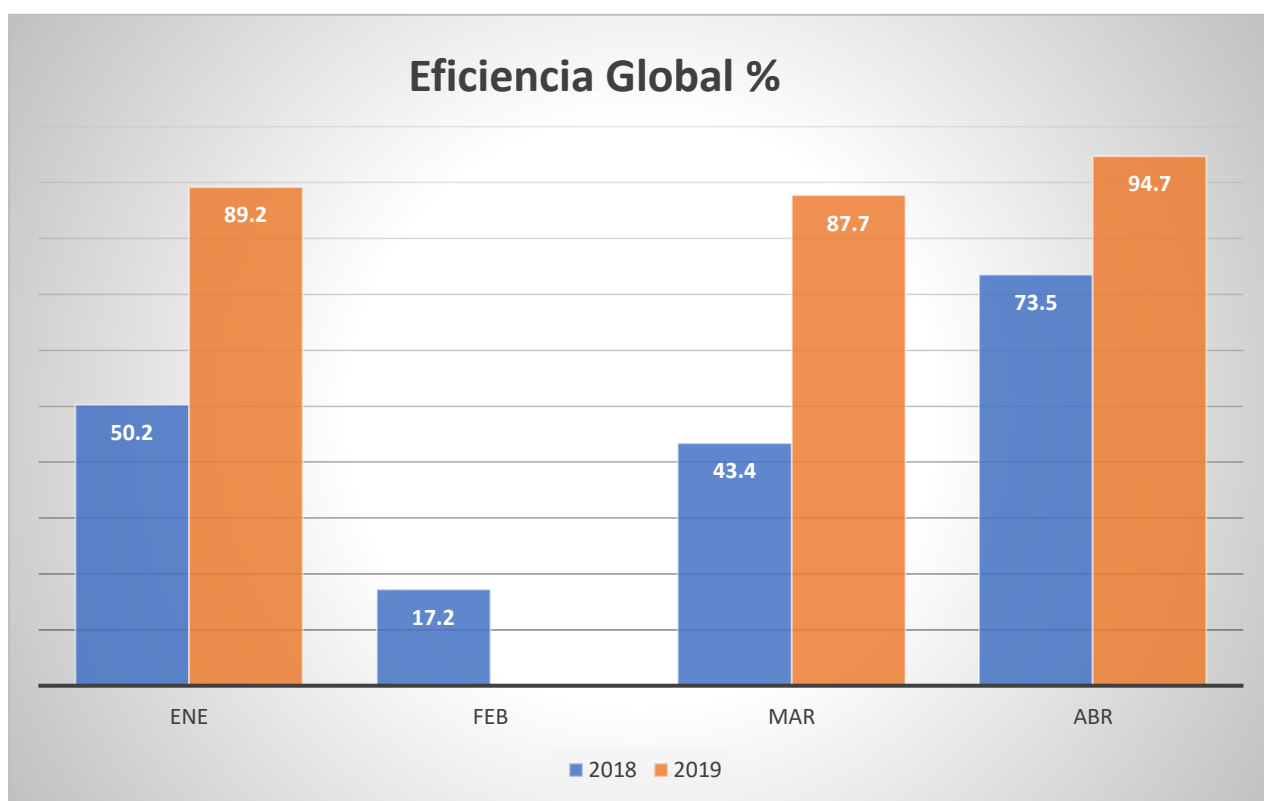
2.7.4 Resultados de implementación.

Eficiencia Global.

GE %												
Moldeo A	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2018	50.2	17.2	43.4	73.5	73	94.2	88.6	90.4	87.2	87.6	0	0

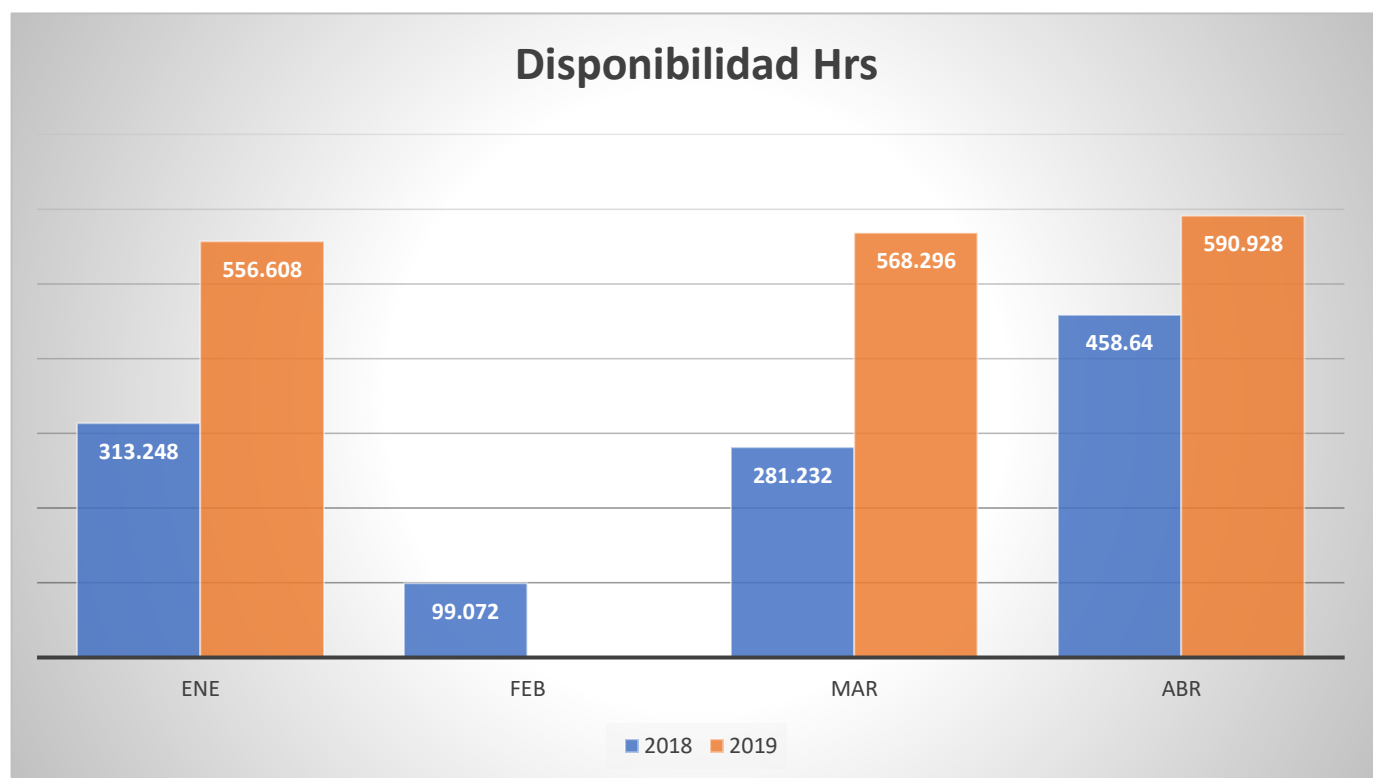


GE %												
Moldeo A	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2018	50.2	17.2	43.4	73.5	73	94.2	88.6	90.4	87.2	87.6	0	0
2019	89.2	0	87.7	94.7								



### Disponibilidad hrs

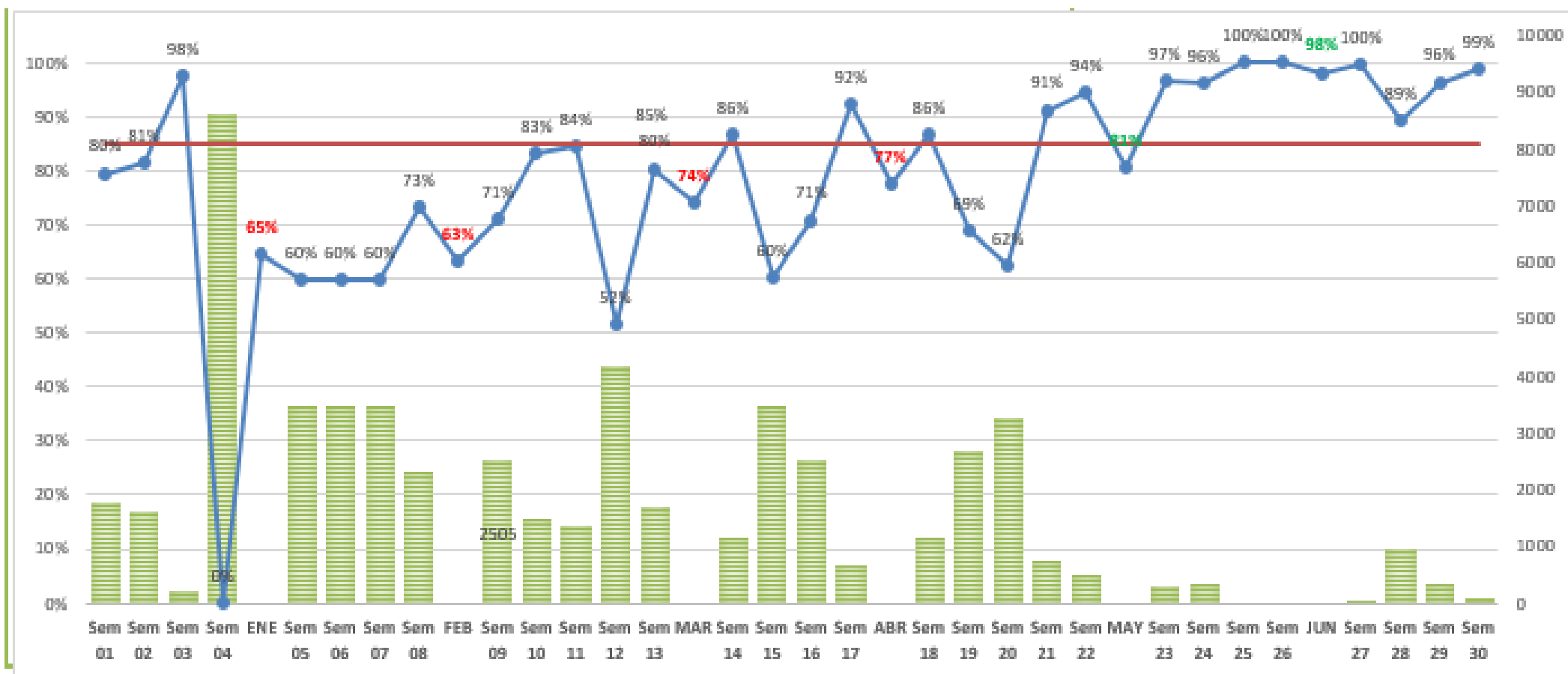
<b>Moldeo A</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>2018</b>	313	99.1	281	459	456	456	574	586	544	568		
<b>2019</b>	557	0	568	591								
<b>Hrs Totales</b>	624	576	648	624	624	624	648	648	624	648		
<b>Hrs Ganadas</b>	243	-	287	132								



Elaboración propia.

Se tiene una notable cantidad de horas disponibles ganadas en el transcurso de los meses desde que se inició con la implementación de la herramienta desde el mes de Abril.

## Proceso de Trabajo Inteligencia de Pérdidas ( Antes y Despues)



En el análisis del antes y después, Es de forma trimestral. (Enero – Marzo) y (Abril- Junio), la mejora inicio en el mes de Abril y se culmino en el mes de Mayo, desde que inicio la mejora, se tiene como evidencia el porcentaje de eficiencia incremento notablemente.

## 2.7.5. Análisis económico financiero.

### 2.7.5.1. Análisis costo beneficio VAN y TIR

Se realiza el análisis del incremento una vez implementadas las mejoras en el equipo de moldeo A, se tiene un VAN s/. 169,231.98 y un TIR de 410%, esto nos da como conclusión que el proyecto ha sido viable.

<b>VAN</b>	<b>\$169,231.98</b>
<b>TIR</b>	<b>410%</b>

Por otro lado, se tiene una inversión de s/. 6280.00.

Inversion	
Item	Cantidad
1 Traslado equipos	1,300.00
2 Compra de laser	900.00
3 Compra de vibradores	1,000.00
4 Capacitaciones personal	780.00
5 Capacitador	500.00
6 Guías	300.00
7 Caja Herramientas	1,500.00
Total	
6,280.00	

### 2.7.5.1. Análisis costo beneficio VAN y TIR

Incremento produccion	1,066.67	Und/ hora	Precio unidad	0.0687
	25,600.00	Und/dia		
	665,600.00	Und/mes		
Precio venta	0.0687	Unidad		
Incremento ventas	45,726.72	soles / mes		
Costo variable	0.03			
Ingreso	0.0387			
Costo variable	19,968.00			
Ingreso variable	25758.72			
Margen de contribucion	25,758.72			

	Antes		Ahora		Incremento	
	KG	Und	KG	Und	Unidades	kg
24 hrs	8160	272000	8928	297600	25600	768
12 hrs	4080	136000	4464	148800	12800	384
1 hr	340	11333.3333	372	12400	1066.6667	32

**VAN \$169,231.98**  
**TIR 410%**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Incremento ventas		45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72	45,726.72
Incremento de costos		19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00	19,968.00
Incremento margen de contribucion		25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72
Costo de herramienta													
Inversion	- 6,280.00												
Flujo economico neto	- 6,280.00	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72	25,758.72



### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Análisis descriptivo.

De acuerdo a los análisis comparativos e inferenciales. Se utiliza el programa SPSS para el análisis comparativo, para determinar la media, la desviación típica, la asimetría y la curtosis de los datos. donde se explicará mediante gráficos estadísticos la situación antes y después de la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing

#### 3.1.1 Análisis descriptivo de la eficiencia.

**Tabla**

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia Antes	17	100.0%	0	0.0%	17	100.0%
Eficiencia Después	17	100.0%	0	0.0%	17	100.0%

**Fuente: SPSS**

De la tabla anterior, se observa que son 17 datos para el antes y después del análisis de la eficiencia, teniendo el 100% de los datos procesados.

**Tabla**

Descriptivos Eficiencia		
		Estadístico
Antes	Media	68.2353
	Mediana	71.0000
	Varianza	380.441
	Desv. Desviación	19.50490
	Asimetría	-1.753
	Curtosis	5.308
Después	Media	85.8824
	Mediana	91.0000
	Varianza	184.360
	Desv. Desviación	13.57793
	Asimetría	-0.746
	Curtosis	-0.752

En la Tabla se demuestra que la media del análisis de la productividad antes era de 68.2353 y después de 85.8824 con la implementación de la herramienta Lean Manufacturing permite incrementar la productividad, de tal manera se establece que el índice ha mejorado en 17.64%, además, la desviación estándar ha disminuido en 13.57, es decir en la base de datos después, los datos son más cercanos a la media. Por otro lado la asimetría en los datos antes es -1.753 y la curtosis de 5.308, lo cual indica que los datos antes se distribuyen simétricamente hacia la derecha y la mayoría de los datos está por debajo de la media y forman una curva no muy elevada o achatada que la normal, y en los datos después la asimetría es de -0.745 y la curtosis de -0.752, lo cual indica que en los datos después se distribuyen hacia la derecha y la mayoría de los datos están ligeramente por debajo de la media, además forman una curva no muy elevada o achatada que la normal.

### 3.1.2 Análisis Inferencial de la hipótesis general.

El análisis de la hipótesis general de la presente investigación es el siguiente:

Ha: La aplicación de la herramienta lean manufacturing incrementa la productividad en una empresa de chocolate en el Callao 2019

Para realizar la contrastación de la hipótesis general, se procede a determinar si la serie de datos tiene un comportamiento paramétrico. Debido a que se tiene 17 datos, muestra igual a 17, se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk.

Para ello, se aplicará la siguiente regla de decisión:

- Si  $p\text{valor} \leq 0.05$  los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si  $p\text{valor} > 0.05$  los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

**Tabla . Prueba de normalidad de la productividad con Shapiro Wilk**

Pruebas de normalidad			
Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Antes	0.847	17	0.010
Despues	0.884	17	0.036

**Fuente SPSS**

De la tabla , Se puede observar que el  $p_{\text{valor}}$  de la productividad antes y después es de 0.847 y 0.884 respectivamente, en la primera sig. Se tiene un valor menor a 0.05, obteniendo datos no paramétricos y en la segunda sig. Se obtiene un valor menor a 0.05, obteniendo datos no paramétricos. Por lo tanto, se utilizará la prueba de rangos de Wilcoxon. **En conclusión: no tiene normalidad.**

### 3.1.3. Contrastación de hipótesis

**Tabla . Comparación de productividad antes y después con rangos de Wilcoxon**

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Antes	17	68.2353	19.50490	8.00	98.00
Despues	17	85.8824	13.57793	60.00	100.00

**Fuente SPSS.**

En la tabla , quedó demostrado que la media de la eficacia antes (68.2353) es menor que la media de la eficacia después (85.8824), por lo tanto no se cumple en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que La aplicación de Lean manufacturing no incrementa la productividad en una empresa de chocolate en el Callao 2019 y se acepta la hipótesis alterna de que La aplicación de la herramienta Lean Manufacturing es efectiva y cumple con incrementar la productividad.

A fin de confirmar que el análisis anterior es correcto, se procederá al análisis mediante el  $p_{\text{valor}}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de de rangos de Wilcoxon a la eficacia de ambas situaciones.

Por lo cual se aplicará la siguiente regla de decisión:

- Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula
- Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla Estadística prueba de rangos de Wilcoxon.

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	Después - Antes
Z	-2.510 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	.012

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

**Fuente SPSS**

En la tabla , se llega a la conclusión como es  $<0.05$  quiere decir que se rechaza la hipótesis nula por lo tanto, la herramienta de Lean Manufacturing incrementa la productividad en una empresa de chocolate en el Callao 2019.

## **VI. DISCUSIÓN**

Según Womack & Jones (2005), sostiene en su libro Lean thinking los principios que deben de considerarse al momento de ejecutar el pensamiento Lean. Conocer sobre el despilfarro o Muda: Es toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y la falta de aprovechamiento de recursos y espacios, pasos innecesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, tiempos muertos, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente.

El remedio para Muda es el pensamiento lean, el cual nos permite detectar todo el despilfarro que se encuentra a nuestro alrededor: Es hacer más con menos.

Para iniciar con el pensamiento Lean debemos de encontrar el valor y el valor solo lo define el cliente. El valor lo crea el productor desde el punto de vista del cliente.

Debemos de identificar el flujo de valor :

- a. Solución de problemas
- b. Gestión de la información
- c. Transformación física.

La dirección debe de ser parte del cambio de la cultura lean, sin embargo, se presentan paradigmas por parte de la dirección, debido a que tienen nociones de trabajo arraigadas, esto hace complicado ejecutar los trabajos lean, debemos de aprender y desaprender para que de esta forma estar en la vanguardia de los procesos.

Se tiene el paradigma de que los colaboradores deben de ser especialistas sin embargo, con nuestra herramienta Lean manufacturing, tenemos personal polivalente, esto quiere decir personal conocedor de varios procesos, esto crea una mayor flexibilidad en los procesos y crea una visión general del mismo, de esa forma podremos reconocer el despilfarro en cada uno de los procesos, se recomienda que los cambios de puestos se realicen cada tres meses, esto manteniéndolo como base.

Respecto al flujo de proceso también tenemos la concepción de que se debe trabajar por áreas y departamentos, se sugiere trabajar como un sistema de esta forma mejoramos el sistema como un todo, no por partes, al mejorar por partes crea un desequilibrio y desbalance en el proceso.

Pull o atracción, se recomienda trabajar en base a la demanda del cliente de esta forma se evita colas e inventarios innecesarios, esto también es un despilfarro. La demanda del cliente tiende a ser mucho mas estable al saber que nuestro proceso como productor está controlado.

Para finalizar, se debe de buscar la excelencia, esto con el fin de mejorar cada día, al estandarizar nuestros procesos lo que hacemos es buscar mejores maneras de trabajar.

Uno de los valores mas importantes es la honestidad de esta forma podemos mejorar conscientemente formando bases de trabajo en equipo y solución de problemas, este tipo de trabajo genera un feedback automático debido a la confianza que se encuentra en estos equipos de alto rendimiento.

La cultura debe de permanecer desde el inicio y ver la herramienta para largo plazo, lamentablemente no se tiene continuidad ante cambios de directivos, esto trae abajo los trabajos realizados al cambiar a la concepción antigua.

Con los antecedentes nacionales, internacionales y el presente trabajo son evidencias irrefutables de que la herramienta es válida.

Siguiendo los principios de la herramienta con estandarización y disciplina podemos lograr los objetivos trazados.



## **V. CONCLUSIONES**

Finalmente de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se aprecia que la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing incrementa la productividad, de acuerdo a los resultados realizados en la estadística donde se tomaron muestras de los datos 90 días antes y 90 días después de la implementación se evidencia que en un principio la productividad tenía un índice de 68.23% y después de implementar la herramienta Lean manufacturing es de 85.88% por lo que se concluye que la productividad ha mejorado en un 17.65 %.

Por otro lado, en el análisis costo beneficio se tiene un VAN de s/. 169, 231.98 y un TIR 410% lo cual comprueba que el proyecto ha sido viable. Considerar que el margen de contribución ya esta dado, quiere decir que este proyecto ya tiene un proceso base en marcha por ese motivo el VAN no se tiene mayores inversiones.

Así mismo, se logró implementar mejoras en toda el área de Moldeo A:

- a. Mejora en lay out de la línea de proceso.
- b. Reubicación de 6 personas en el proceso.
- c. Utilización de láser para medición de tanques.
- d. Estandarización de procesos.
- e. Mejora en tableros de herramientas.
- f. Se logro obtener el hábito del orden y la limpieza.
- g. Se realizaron cambios y mejoras en la máquina.
- h. Se obtuvieron Eficiencias globales mayores a 85%, este indicador es considerado un World Class en productividad.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Al iniciar cualquier tipo de proyecto debemos de tener claro el proceso, ese seria nuestro punto de partida.

Para poder gestionar a los colaboradores e inculcarles la cultura Lean, debemos de analizar dentro del proceso lo que genera valor al cliente, esto tiene que estar alineado con las estrategias y valores de la empresa, de esta forma lograremos crear sinergia en el equipo de trabajo.

Puntos a considerar.

1. Nivelar las cargas de trabajo, el objetivo es crear una línea balanceada para evitar tiempos muertos y despilfarros.
2. Ante un problema detenerse y resolverlo en equipo. Determinar las causas raíces de los problemas en el proceso.
3. Gestionar líderes, podremos identificar a buenos líderes no solo con el conocimiento del proceso, sino que sepan enseñar, de esa forma tendremos un efecto multiplicador.
4. Estandarizar tareas y procesos de esta forma lograremos buscar la excelencia, esto no quiere decir que no habrá cambios, esto nos dará un inicio en la mejora continua.
5. Utilizar controles visuales, los cuales nos permitirán no caer en los errores pasados.
6. Evitar el exceso de inventario en el proceso, esto nos quita valor.
7. Colaboradores polivalentes, de esta forma evitamos el paradigma de la especialización, al tener colaboradores polivalentes tendremos procesos mas flexibles.
8. Crear un clima laboral bueno quiere decir un clima de colaboración, honestidad, trabajo en equipo, con una comunicación eficaz, la cual nos permitirá poder llegar a todos los objetivos trazados e interiorizar la cultura Lean

## **REFERENCIAS**

ANCHANTE, Julio. La aplicación del TPM para mejorar la productividad en la línea de chocolatería de Industrias Alimenticias Cusco S.A., San Luis, 2017. Proyecto de Investigación. Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial, 2017. 60 pp.

CUATRECASAS, Lluís. TPM. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. 2.<sup>a</sup> ed. España, Barcelona: Ediciones Gestión 2000 S.A, 2013, 311 pp.

ISBN: 9788480888424

CUATRECASAS, Lluís, TORRELL, Francesca. TPM en un entorno de lean management: Estrategia competitiva. Barcelona: Profit Editorial, 2010, 411 pp.

ISBN: 978-84-92956-12-8

CRUELLES, José. Despilfarro cero: La mejora continua a partir de la medición y la reducción del despilfarro. [s.l.]: MARCOMBO S.A., 2012, 210 pp.

ISBN: 978-84-267-1811-2

MADARIAGA, Francisco. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos [en línea]. Versión: 2.1. [s.l.]: Bubok Publishing, 2013 [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1NUdKTBMfa4kQUaM9KJ8cKNU0R2MT0ozU/view>

ISBN: 978-84-686-2815-8

MASAAKI, Imai. Kaizen. La clave de la ventaja competitiva japonesa. 2.<sup>a</sup> ed. México D.F.: Grupo Editorial Patria, 2014. 298 pp.

ISBN: 9786074388558

PAGES, Carmen. La era de la productividad como transformar las economías desde los cimientos [en línea]. Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo, 2010 [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://issuu.com/ibser/docs/bid-la-era-de-la-productividad>

ISBN: 978-1-59782-119-3

PINO, Ricardo. Competitividad y Productividad [en línea]. CENTRUM al Día. 19 de febrero de 2018. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2018]. Disponible en: [http://centrumaldia.com/Competitividad\\_y\\_Productividad](http://centrumaldia.com/Competitividad_y_Productividad)

REY, Francisco. Mantenimiento total de la producción TPM. Proceso de implantación y desarrollo. Madrid: FC Editorial, 2001, 355 pp.

ISBN: 84-95428-49-0

SARRIA, Mónica, FONSECA, Guillermo y BOCANEGRA, Claudia. Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Revista EAN [en línea]. Julio-diciembre 2017, n° 83. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2018]. Disponible en <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825> ISSN: 0120-8160

SOBRINO, José. Hábitos para la mejora continua (HCM). Lima. Editorial Ojo Prodigio, 2013, pp. 189

ISBN: 978-612-46018-4-2

SHINGO, Shigeo. Una revolución en la producción: el sistema SMED. 3.<sup>a</sup> ed. New York: Routledge, 1990. 432 pp.

ISBN: 9781351406345

SUZUKI, Tokutaro. TPM en Industrias de Proceso. Madrid: TGP-HOSHIN, 1995, 39 pp. 385

ISBN: 84-87022-18-9

Productos derivados del cacao. Venta de chocolates. MPF [en línea]. Lima: MPF, 2017[fecha de consulta: 22 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.mpf.com.pe/>

WOMACK, James y JONES, Daniel 2005 Lean Thinking - Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. España: Ediciones Gestión 2000

WOMACK, James y otros 1992 La máquina que cambio el mundo. Madrid: McGraw -Hill

MARIN, Juan 2011 Mapa de la cadena de valor Value Stream Map (VSM). Definición y plantillas.. <http://riunet.upv.es/handle/10251/13427>

LIKER, Jeffrey 2004, The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer

ISBN:0071392319 McGraw-Hill © 2004 (352 pages)



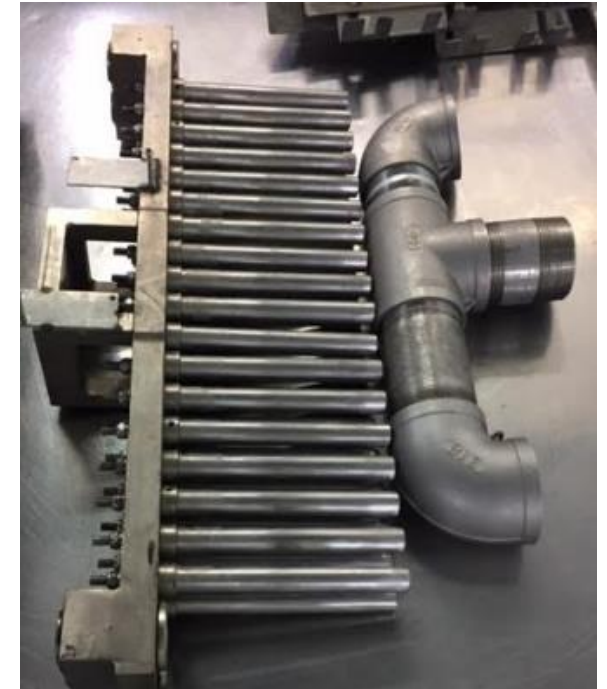
## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de operacionalización

Tip	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de
INDEPENDIENTE	LEAN MANUFACTURING	Un proceso Lean se caracteriza por una fluidez y una predictibilidad que reduce grandemente la incertidumbre y el caos típico de las plantas de producción. No es solo física y financieramente mas Lean, sino también emocionalmente. La gente trabaja con mayor confianza, mayor facilidad y mas paz que las típicas plantas ( Entender el Lean Manufacturing, Adrian Sancho Chastain, sf, p 51)	La filosofía Lean Manufacturing tiene como objetivo la eliminación del desperdicio mediante el uso de una colección de herramientas. Entendemos como desperdicio todas aquellas acciones que no generan valor para el cliente. Se utilizarán las siguientes herramientas	5S	Cumplimiento de logros: Auditorías interdisciplinarias Reporte de control de metodología  = $\frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Objetivos planificados}} \times 100\%$  <b>Objetivo mínimo: 85%</b>	Razon
				Total Productive Maintenance TPM	$D = \frac{TEO}{TD}$  D: Disponibilidad TEO: Tiempo equipo en operación TD: Tiempo disponible	
DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD	“La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez, 2014, p. 20).	Es un medio entre los productos elaborados (salidas) y los recursos utilizados (entradas). Por ende, en el campo laboral es el número de unidades producidas por hora trabajada.	Eficiencia	$GE = \frac{\text{Horas efectivas producidas}}{\text{Horas programadas}} \times 100\%$	Razon
				Eficacia	$\frac{\text{Unidades producción real}}{\text{Unidades de producción programadas}} \times 100$	






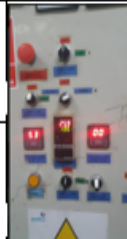



## Anexo 2. Limpiezas y reparación de equipos TPM.






### Anexo 3. Estándares de proceso

#### ANEXO 4 . Juicio de Expertos 1

Rutina Estándar									
Estandar de inicio de operaciones Moldeo									
N°	Check	Input	Flujo de Proceso	Controlador	Duración Minutos	Controlador	Descripción, imagen, vínculo a LUP, transcripción, etc.	Responsable	Nota importante
1		-	Revisión de Bomba de agua		10		1. Coordinación con mantenimiento prender bomba de agua y compresor linea. Verificar manometro (>40 psi) 1er piso.	Maquinista de turno	Revisar bomba del primer piso antes de iniciar operaciones.
2		-	Probar frio. Prender ventilador y compresores		5		2. Prender frio y verificar en el tablero principal controlador de temperatura. Verificar compresor de	Maquinista de turno	
3		-	Calentamiento tuberías y tolvas		120		3. Programar controladores de temperatura. Verificar con el laser. Verificar PLC encendido tolva 1. ( rasch, tolvas, tuberías).	Maquinista de turno	Utilizar laser externamente para tolva
4		-	Atemperado en Rasch		60	Caída: Atemperado : Choc Mani.	4. Verificar programación de panel de control. Caída de Rasch (>40°C).	Maquinista de turno	Utilizar termometro punzon en partir.
5		-	Activación linea		15		5. Verificación: vibradores, tolvas, actuadores, RIR ( 53)	Maquinista de turno	
6		-	Colocar Moldes		50		6. Colocar moldes. <b>Revisión de PPRO moldes.</b> Temperatura molde 28° C - 29 °C.	Maquinista de turno	Moldes en estado crítico reparar.
7		-	Regulación de pesos		120		7. Tolvas 1, 2 y 3. Regulación de piston.	Maquinista de turno	Verificar pesos constantemente para evitar diferenciar



## ANEXO 4 . Juicio de Expertos 1

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE : Lean Manufacturing</b>							
	Dimensión 1 : 5S							
	Cumplimiento de logros							
	Auditorías interdisciplinarias							
	Reporte de control de metodología							
	=Objetivos alcanzados x 100%							
	Objetivos planificados							
	Objetivo mínimo : 85%							
	Dimensión 2: TPM							
	D= TEO							
	TD							
	D: Disponibilidad							
	TEO: Tiempo equipo en operación							
	TD: Tiempo disponible							
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>							
	Dimensión 1: Eficiencia							
	GE= Horas efectivas producidas x 100%							
	Horas programadas							
	Dimensión 2: Eficacia							
	Unidades producción real x100							
	Unidades de producción programadas							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es pertinente

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [ ☒ ]      Aplicable después de corregir [   ]      No aplicable [   ]


Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Mg. Ing. Lino Rodríguez      DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ing. Papeles      Ing. Papeles

...18...de...11...del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

## ANEXO 5. Juicio de Expertos 2

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE : Lean Manufacturing</b>							
	Dimensión 1 : 5S							
	Cumplimiento de logros							
	Auditorías interdisciplinarias							
	Reporte de control de metodología							
	=Objetivos alcanzados x 100%	/		/		/		
	Objetivos planificados							
	Objetivo mínimo: 65%							
	Dimensión 2 : TPM							
	D= TEO							
	TD							
	D: Disponibilidad	/		/		/		
	TEO: Tiempo equipo en operación							
	TD: Tiempo disponible							
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>							
	Dimensión 1: Eficiencia							
	GE= Horas efectivas producidas x 100%	/		/		/		
	Horas programadas							
	Dimensión 2: Eficacia							
	Unidades producción real x100	/		/		/		
	Unidades de producción programadas							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Se hay

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [X]**    **Aplicable después de corregir [ ]**    **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: SAVEDRA Santos Florin    DNI: 02649481

Especialidad del validador: Jug. Industrial - RIA

1.8 de 11 del 2018  
*[Firma]*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

## ANEXO 6. Juicio de Expertos 3

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**

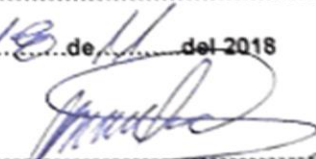
N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing</b>							
	Dimensión 1: 5S							
	Cumplimiento de logros. Auditorías interdisciplinarias Reporte de control de metodología  = $\frac{\text{Objetivos alcanzados} \times 100\%}{\text{Objetivos planificados}}$  Objetivo mínimo: 85%	/		/		/		
	Dimensión 2: TPM							
	D= TEO TD  D: Disponibilidad TEO: Tiempo equipo en operación TD: Tiempo disponible	/		/		/		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>							
	Dimensión 1: Eficiencia							
	GE= $\frac{\text{Horas efectivas producidas} \times 100\%}{\text{Horas programadas}}$	/		/		/		
	Dimensión 2: Eficacia							
	Unidades producción real x100 Unidades de producción programadas	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable** ☒    **Aplicable después de corregir** ☐    **No aplicable** ☐

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/Mg: DAVIDA LAHORA JORRALI    DNI: 72473025

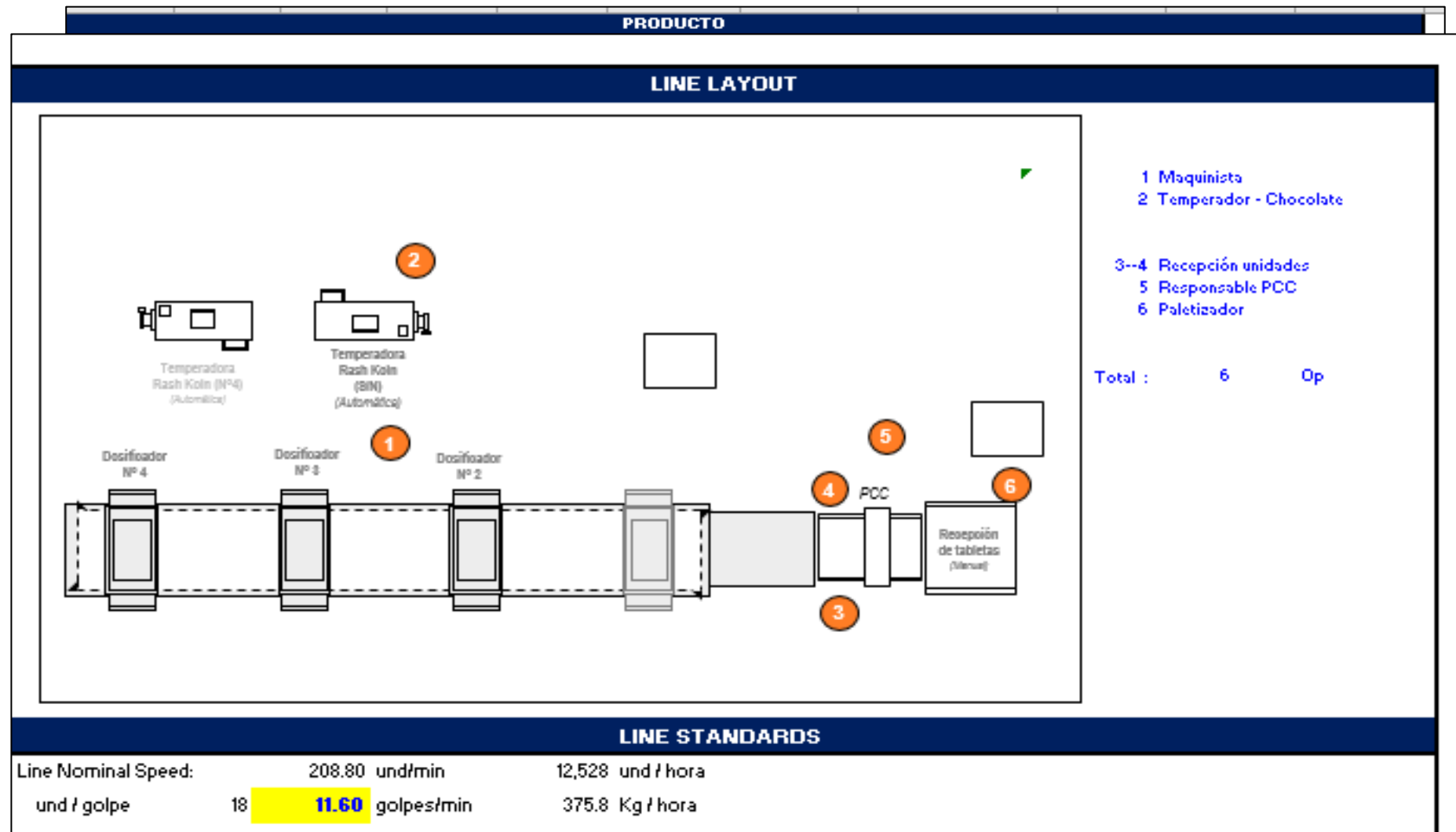
Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

18 de 11 del 2018  


Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.



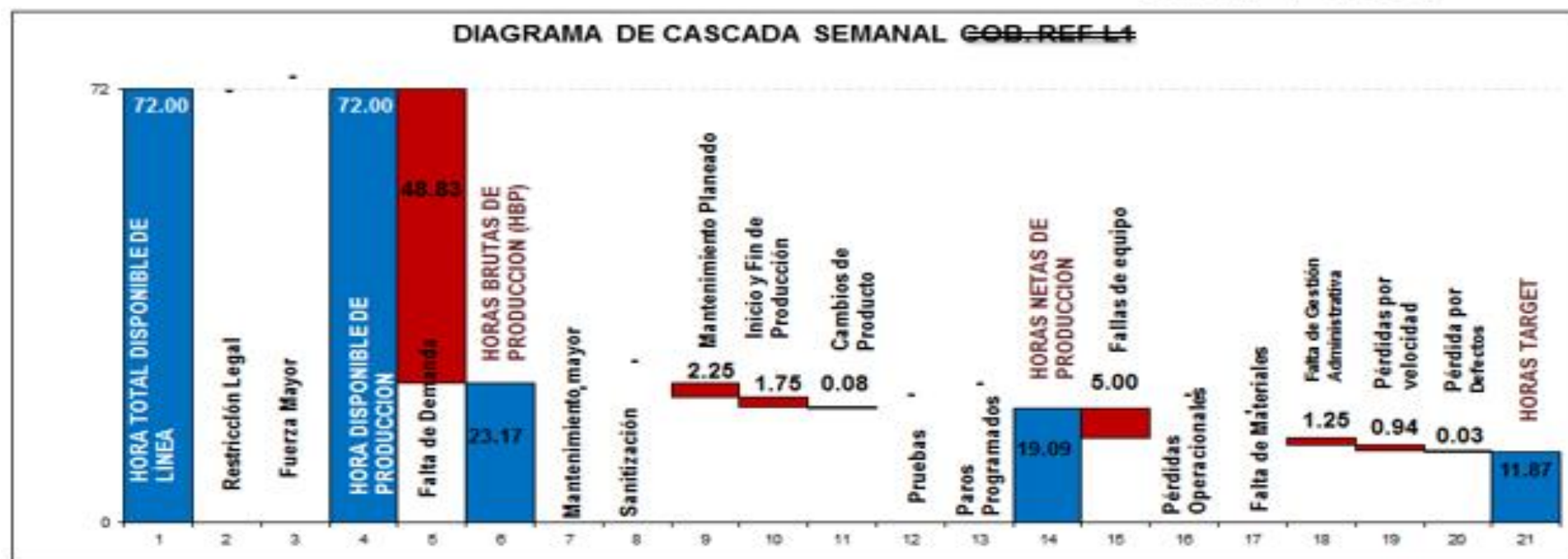
## ANEXO 7. Lay out mejorado



## ANEXO 8. Diagrama de cascada

### Diagrama de Cascada

GE META	83.00%
GE REAL	51.25%
Kg. Volumen	<del>38,348.58</del>
Kg. Esperados	<del>38,418.58</del>
Yield	99.77%
Utilización	32.18%



# ANEXO 9. Seguimiento de perdidas

GE PLANTA CALLAO 2018								
Tipo de Parada	Objetivo	Responsable	05-nov	06-nov	07-nov	08-nov	09-nov	P11
Mantenimiento Mayor	0.5%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Sanitización	0.0%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Mantenimiento Planeado	0.2%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Inicio y Fin de Producción	4.2%		6.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%
Cambio de Producto	4.8%		0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
Pruebas	0.3%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Paros Programados	3.2%		2.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.0%
Fallas de equipos	2.8%		0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
Pérdidas Operacional	2.3%		4.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.2%
Falta de materiales	0.1%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Falta de gestión administrativa	1.3%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Pérdida de Velocidad	2.1%		1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%
Pérdida por Defecto	2.2%		2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%
HORAS BRUTAS DE PRODUCCIÓN			115.0	0.0	0.0	0.0	0.0	161.8
META (GE) =	76%	GE (%)	82.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	83.4%
		PRODUCCION (KG)	35,138.2	0.0	0.0	0.0	0.0	61,973.9
		ESPERADO (KG)	35847.8	0.0	0.0	0.0	0.0	62813.1
META (YIELD) =	94%	YIELD (%)	98.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	98.7%

## ANEXO 10. Formato de Auditorías 5s

		Auditoría 5Ss		Código	MC.R.G.002		
				Fecha	10/09/2018		
				Versión	4		
Área/Línea:		Auditor:		Firma:	Fecha:		
Preguntas:				Puntaje	Observaciones		
15	<b>CLASIFICAR: SEPARAR SÓLO LO NECESARIO Y EN LA CANTIDAD NECESARIA</b>						
	1	Existen elementos inservibles (en desuso) en el área? (Ejemplo: elementos ajenos al área, sillas rotas, equipos en reparación, herramientas malogradas, etc.)					
	2	Existe exceso de elementos que se requiere en las actividades diarias de producción? (Ejemplo: exceso en paquetes de paños, exceso en paquetes de bolsas, etc.)					
25	<b>ORDENAR: DAR UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR (FRECUENCIA DE USO)</b>						
	3	Existen elementos fuera de los espacios delimitados? (Ejemplo: siluetas (herramientas fuera de su posición), líneas delimitantes (paletas y/o equipos fuera de la delimitación en el piso), extintores no libres para su acceso).					
	4	Las líneas amarillas de delimitación, la cartelería y rótulos de identificación se encuentran visibles y legibles y en buenas condiciones?					
	5	Los utensilios usados en la planta se encuentran ordenados según la frecuencia de uso y de acuerdo al Código de Colores establecidos?					
	6	Los químicos de limpieza y las tintas que se utiliza para la codificación están señalizados (con rombo de seguridad), rotulados, almacenados en lugar adecuado?					
	7	Los tachos de desechos están identificados, con sus respectiva bolsa negra y contienen los residuos según el rótulo asignado?					
	35	<b>LIMPIAR: LIMPIAR E INSPECCIONAR</b>					
8		El área se encuentra sin presencia de huecos, polvo, aceite, grasa, agua, bolsas, empaques, cartones, bolsas de merma, paños de limpieza y producto en el piso?					
9		Las paredes, columnas, tableros, ventanas, cortinas plásticas se encuentran limpias (Ejemplo: libres de polvo, manchas u otra suciedad) y en buen estado?					
10		Los elementos de trabajo como mobiliarios, coches, paletas, mesas de trabajo, gabinetes, tableros eléctricos, mangueras de aire comprimido se encuentran limpios (Ejemplo: libres de polvo, manchas u otra suciedad) y en buen estado?					
11		Tuberías, canaletas, luminarias, trampas de luz, aires acondicionados y extractores de aire se encuentran limpios (Ejemplo: libres de polvo, manchas u otra suciedad) y en buen estado?					
12		Los utensilios y herramientas de trabajo, se encuentran limpios (Ejemplo: libres de polvo, manchas u otra suciedad) y en buen estado?					
CRITERIOS		Ningún hallazgo	3	3 x 4	1	Puntaje Total	% Resultado = $\frac{\text{Puntaje total}}{36} \times 100$
		1 x 2	2	más 4 hallazgos	0	Porcentaje	

# ANEXO 11. Cronograma auditorias

CRONOGRAMA DE AUDITORIAS 55							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sab	Dom
W49	3 JACKELINE MONTOYA (GOTEADOS)	4 RENATO GUZMAN (EMPAQUE) DANIEL FLORES (COBERTURA)	5 GONZALO FELIX (MOLDEOS) DIANA (GRAGEADOS)	6 INSPECTOR SMA (GALLETERIA)	7 FIESTA NAVIDEÑA MPF	8	9
W50	10 YENIFER URBANO (MOLDEO) ERIKA LOPEZ (WAFER )	11 INSPECTOR SOMA (EMPAQUE )	12	13 CHRISTIAN HUARCAYA (GOTEADOS) GINO ELIAS (GRAGEADOS)	14 JOSE EFFIO (COBERTURA)	15	16
W51	17 HECTOR CARDENAS (COBERTURA)	18 EDINSON BALCAZAR (GRAGEADOS) INSPECTOR SOMA (EMPAQUE)	19 YONATHAN ARIAS (GALLETERIA) EMERSON MIXAN (MOLDEO)	20	21 CELIA CASTILLA (GOTEADOS)	22	23
W52	24 KETTY INGA (GALLETERIA)	25 FELIZ NAVIDAD	26 INSPECTOR SOMA (EMPAQUE) CARLOS CALATAYUD (MOLDEO)	27 TIAGO GUEVARA (GOTEADOS) DAVID GALESSI (GRAGEADOS)	28 RAFAEL CARMONA (COBERTURA)	29	30



## ANEXO 12. Check list parámetros

**Adherencia a Estándares**

**Estándares Mandatorios**

SEMANA

Del

Al

El estándar Visual refleja los parámetros de funcionamiento del moldeador MULTICAVEMIL 650 por cada SKU que fabricamos .

	LUN			MAR			MIE			JUE			VIE			SAB		
	1T	2T	3T	1T	2T	3T	1T	2T	3T	1T	2T	3T	1T	2T	3T	1T	2T	3T
MOLDES X MINUTO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
% REGULACION DE ENERGIA RIR	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
REGULACION DE VIBRACIÓN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TEMPERATURA INGRESO DE AIRE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TEMPERATURA SALIDA DE AIRE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
GOLPES DE MARTILLO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

● Cumple lo requerido
 ● No Cumple lo requerido
 ● No realiza la actividad

**Responsable: Maquinista**

# ANEXO 13. Check list parámetros

**Adherencia a Estándares** -

**Estándares Visuales Mandatorios**

SEMANA

Del

Al

El estándar Visual refleja los parámetros de funcionamiento del temperador por cada SKU que fabricamos .

Temperador

LUN			MAR			MIE			JUE			VIE			SAB		
1T	2T	3T	1T	2T	3T	1T	2T	3T	1T	2T	3T	1T	2T	3T	1T	2T	3T
<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid green; border-radius: 50%; background-color: white;"></div>

Cumple lo requerido

No Cumple lo requerido

No realiza la actividad


**Responsable: Maquinista**

## ANEXO 14. Estándar de parámetros

ESTÁNDAR VISUAL DE OPERACIÓN			
			<small>Código: PD.I.ME.001</small> <small>Versión: 01 F.A:12/12/16</small>
Página 1 / 1			
Sitio: <b>Temperadora</b>	Línea / Área: <b>Moideo 1</b>	Máquina: <b>MULTICAVEMIL 650</b>	
Tipo de estándar: <b>Operación</b>	Ubicación: <b>Temperadora #3 (RASCH)</b>	Sección: <b>MOLDEOS</b>	
No. Estándar: <b>SV-PR-01-MPF</b>	Fecha de validación: <b>10/12/2018</b>	Referencia (nombre): <b>Daniel Flores</b>	


Descripción del estándar: Control de parámetros del temperado para el producto **SUBLIME BLANCO (SONRISA) 40G**

**Área de trabajo:**



➔

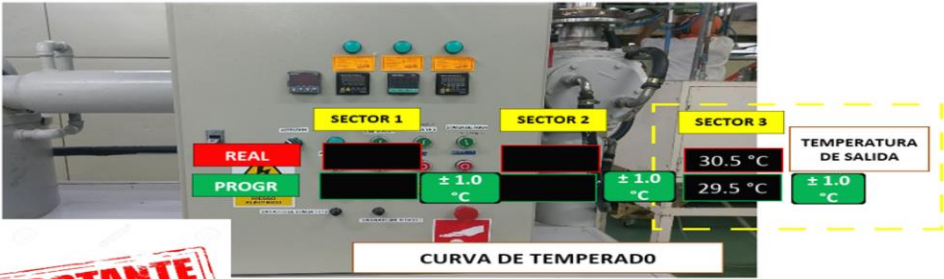
**TABLERO**



**Principio:**

CONOCIMIENTO BASICO

**Detalles:**



¡IMPORTANTE!

CURVA DE TEMPERADO



# ANEXO 15. Proforma laser.



finder



Danfoss

INDECO



AMERICAN STANDARD



NUESTRA PRIORIDAD SON NUESTROS CLIENTES

EMPRESA	MACHU PICCHU FOODS
ATENCION	SR. RENZO UGAZ
FECHA:	martes, 11 de Setiembre de 2018

COTIZADO POR	ING. ESTARLY QUIÑONES
CELULAR / TELF.	987695382
N° COTIZACION	TED - 000779

Nº	CANT	UNI	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	P. UNIT S/.	P. TOTAL S/.																												
1	1	UND	GLM80	<div>MEDIDOR DE DISTANCIA LASER 80MT</div> <table><tr><td>Dato laser</td><td>800 m, &lt; 1 mm/</td></tr><tr><td>Rango de medición</td><td>0.00 - 80.00</td></tr><tr><td>Clase de laser</td><td>2</td></tr><tr><td>Resolución de medición, habitual</td><td>± 1.5 mm</td></tr><tr><td>Margen de medición del escáner</td><td>0° - 90°</td></tr><tr><td>Exactitud de la medición (habitual)</td><td>± 0.2°</td></tr><tr><td>Tiempo de medición, habitual</td><td>0.5</td></tr><tr><td>Tiempo de medición máx.</td><td>4 s</td></tr><tr><td>Fuente de alimentación</td><td>1 batería de litio de 3.7 V (1250 mAh)</td></tr><tr><td>Desconexión automática</td><td>5 min.</td></tr><tr><td>Peso, aprox.</td><td>0.14 kg</td></tr><tr><td>Unidades de medición</td><td>m/cm/mm</td></tr><tr><td>Capacidad de almacenamiento (números)</td><td>20 x 1</td></tr><tr><td>Protección contra polvo y salpicaduras de agua</td><td>IP 54</td></tr></table>	Dato laser	800 m, < 1 mm/	Rango de medición	0.00 - 80.00	Clase de laser	2	Resolución de medición, habitual	± 1.5 mm	Margen de medición del escáner	0° - 90°	Exactitud de la medición (habitual)	± 0.2°	Tiempo de medición, habitual	0.5	Tiempo de medición máx.	4 s	Fuente de alimentación	1 batería de litio de 3.7 V (1250 mAh)	Desconexión automática	5 min.	Peso, aprox.	0.14 kg	Unidades de medición	m/cm/mm	Capacidad de almacenamiento (números)	20 x 1	Protección contra polvo y salpicaduras de agua	IP 54	BOSCH	S/ 750.00	S/ 750.00
Dato laser	800 m, < 1 mm/																																		
Rango de medición	0.00 - 80.00																																		
Clase de laser	2																																		
Resolución de medición, habitual	± 1.5 mm																																		
Margen de medición del escáner	0° - 90°																																		
Exactitud de la medición (habitual)	± 0.2°																																		
Tiempo de medición, habitual	0.5																																		
Tiempo de medición máx.	4 s																																		
Fuente de alimentación	1 batería de litio de 3.7 V (1250 mAh)																																		
Desconexión automática	5 min.																																		
Peso, aprox.	0.14 kg																																		
Unidades de medición	m/cm/mm																																		
Capacidad de almacenamiento (números)	20 x 1																																		
Protección contra polvo y salpicaduras de agua	IP 54																																		
			* MODELO SOLICITADO ESTA DESCONTINUADO																																

CONDICIONES COMERCIALES	
FORMA DE PAGO	FACTURA A 30 DIAS
TIEMPO ENTREGA	1 DIA RECIBIDO O/C
VALIDES OFERTA	07 DIAS HABILES
LUGAR ENTREGA	EN SU ALMACEN LIMA

N° CUENTA BCP SOLES : 191-2410189-0-42  
 RUC: 20601977622  
 ventastedice@yahoo.com

SUB TOTAL	S/ 750.00
IGV 18%	S/ 135.00
TOTAL	S/ 885.00